

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 5 月 2 日 (02.05.2002)

PCT

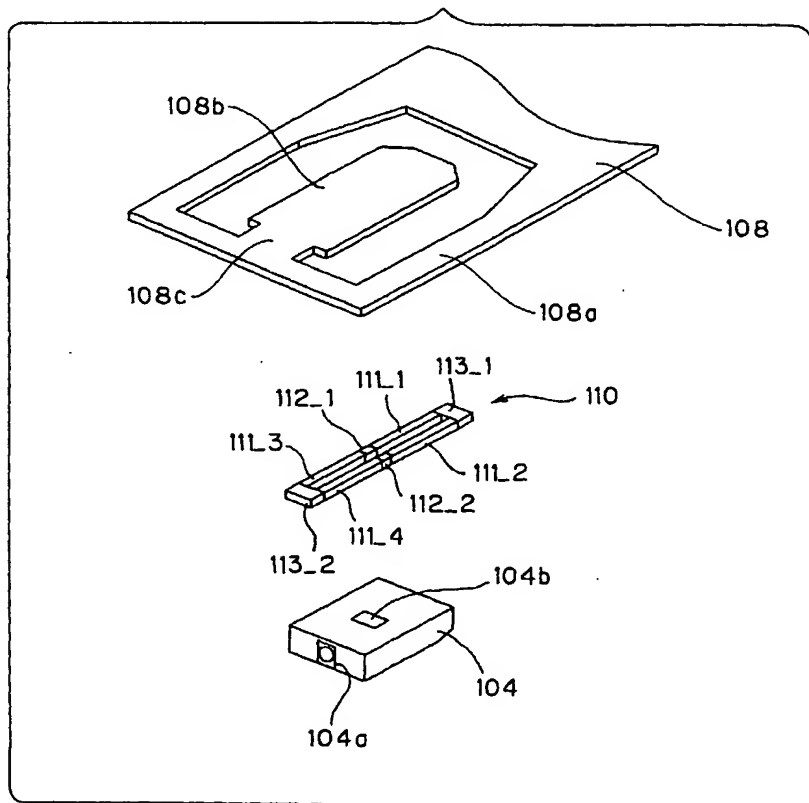
(10) 国際公開番号
WO 02/35695 A1

- (51) 国際特許分類: H02N 2/00 奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/02417
- (22) 国際出願日: 2001 年 3 月 26 日 (26.03.2001) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 肥田勝春 (HIDA, Masaharu) [JP/JP]. 三田 剛 (MITA, Tsuyoshi) [JP/JP]. 栗原和明 (KURIHARA, Kazuaki) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願 2000-321153 2000 年 10 月 20 日 (20.10.2000) JP (74) 代理人: 山田正紀, 外 (YAMADA, Masaki et al.); 〒105-0003 東京都港区西新橋3丁目3番3号 ペリカンビル4階 小杉・山田国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒211-8588 神 (81) 指定国 (国内): JP, KR, US.

[続葉有]

(54) Title: PIEZOELECTRIC ACTUATOR, DRIVE METHOD, AND INFORMATION STORAGE DEVICE

(54) 発明の名称: 圧電アクチュエータ、駆動方法、および情報記憶装置



(57) Abstract: The invention provides a small, lightweight piezoelectric actuator; a drive method for providing a large displacement at low voltage using such a piezoelectric actuator; and a small, lightweight information storage device for high-density recording, which includes such a piezoelectric actuator to drive a head with a small moment of inertia. A piezoelectric actuator (110) comprises four drive bars (111_1, 111_2, 111_3, 111_4), to one diagonal pair of which a voltage is applied at an instant whereas a voltage is applied to the other diagonal pair at another instant, so two central parts (112_1, 112_2) rotate relative to two end parts (113_1, 113_2).

[続葉有]



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約:

本発明は、小型軽量の圧電アクチュエータ、そのような圧電アクチュエータを用いた、低電圧で大きな変位が得られる駆動方法、およびそのような圧電アクチュエータが組み込まれた、ヘッド駆動時の慣性モーメントが小さい、高記録密度で小型軽量な情報記憶装置を提供することを目的とし、本発明の圧電アクチュエータ 1 1 0 は、4つの棒状の駆動部 1 1 1 _ 1, 1 1 1 _ 2, 1 1 1 _ 3, 1 1 1 _ 4 を有しており、これら4つの棒状の駆動部 1 1 1 _ 1, 1 1 1 _ 2, 1 1 1 _ 3, 1 1 1 _ 4 のうち対角に位置する2つの駆動部 1 1 1 _ 2, 1 1 1 _ 3 に互いに同じタイミングで電圧が印加され、そのタイミングとは異なるタイミングで、別の対角に位置する2つの駆動部 1 1 1 _ 1, 1 1 1 _ 4 に電圧が印加されることにより、2つの中央部 1 1 2 _ 1, 1 1 2 _ 2 が2つの端部 1 1 3 _ 1, 1 1 3 _ 2 に対して相対的に回転駆動される。

明細書

圧電アクチュエータ、駆動方法、および情報記憶装置

技術分野

本発明は、圧電アクチュエータ、圧電アクチュエータによる駆動方法、および圧電アクチュエータが用いられた情報記憶装置に関する。

背景技術

従来より、パーソナルコンピュータやワードプロセッサ等といった電子機器に内蔵、あるいは接続される情報記憶装置として、ハードディスクドライブが知られている。ハードディスクドライブには一般に、情報記憶媒体としてのディスクと、ディスクに対し記録ビットを読み書きするヘッドが備えられており、そのヘッドをディスクに近接させて保持するアームと、そのアームを駆動することによってヘッドをディスクに沿って移動させる電磁型のアクチュエータも備えられている。

このハードディスクドライブの記録密度は、パーソナルコンピュータ等が発達するにつれて高密度化しており、特に近年、画像や音楽をパーソナルコンピュータ等で取り扱う需要が高まるにつれて飛躍的に高密度化している。そして、ハードディスクドライブの高記録密度化に伴い、ディスク上の記録ビットが微細化し、ディスク回転速度が増加しており、ヘッドの位置決めの高精度化や高速化が要求されている。またハードディスクドライブの小型軽量化や省電力化も進んでいる。

このため、精密かつ高速にヘッドを位置決めするため、従来の電磁型のアクチュエータとは独立の圧電アクチュエータをアームの途中に備えたハードディスクドライブが提案されている。

しかしながら、従来提案されている圧電アクチュエータ、およびハードディスクドライブは、十分な変位が得られない、駆動電圧が高い、寸法や重量が大きい、ヘッド駆動時の慣性モーメントが大きい、製造コストが高いなどといった問題

点を有する。

このような問題点は、ハードディスクドライブに限って生じるものではなく、ヘッドをアームで保持して移動させる方式の情報記憶装置について一般に生じるものである。

発明の開示

本発明は、上記事情に鑑み、小型軽量の圧電アクチュエータ、そのような圧電アクチュエータを用いた、低電圧で大きな変位が得られる駆動方法、およびそのような圧電アクチュエータが組み込まれた、ヘッド駆動時の慣性モーメントが小さい、高記録密度で小型軽量の情報記憶装置を提供することを目的とする。

上記目的を達成する本発明の第1の圧電アクチュエータは、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第1駆動部、

第1駆動部に対して平行に並んだ、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第2駆動部、

第1駆動部の一端と、その一端と並ぶ、第2駆動部の一端との双方が繋がった第1の端部、

第1駆動部の、第1の端部に繋がった一端に対する他端に繋がった第1の中央部、

第2駆動部の、第1の端部に繋がった一端に対する他端に繋がった第2の中央部、

第1の中央部を挟んで第1駆動部とは反対の方向に第1の中央部から延びた、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第3駆動部、

第2の中央部を挟んで第2駆動部とは反対の方向に第2の中央部から延びた、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第4駆動部、および

第3駆動部の、第1の中央部に繋がった一端に対する他端と、第4駆動部の、第2の中央部に繋がった一端に対する他端との双方が繋がった第2の端部を有することを特徴とする。

また、上記目的を達成する本発明の第2の圧電アクチュエータは、それぞれが第1の駆動端および第2の駆動端を有する、それぞれが第2の駆動端を第1の駆

動端に対して相対的に各所定の駆動方向に往復自在に駆動する複数の駆動部と、
上記複数の駆動部それぞれの第 1 の駆動端が固定された、それら複数の駆動部
を全体として回転対称かつ非線対称な配置に保持するベース部とを備え、

上記駆動部が、

第 1 の駆動端から上記駆動方向に延びた、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第 1 駆動体と、

第 1 駆動体が延びた方向と同じ方向に第 2 の駆動端から、第 1 駆動体と並んで延びた、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第 2 駆動体と、

第 1 駆動体の、第 1 の駆動端に繋がった一端に対する他端、および第 2 駆動体の、第 2 の駆動端に繋がった一端に対する他端とを相互に固定する固定体とを有するものであることを特徴とする。

ここで、第 1 の圧電アクチュエータの第 1 の中央部と第 2 の中央部は互いに分離したものであってもよく、あるいは互いに繋がったものであってもよい。また、第 1 駆動部、第 2 駆動部、第 3 駆動部、第 4 駆動部、第 1 駆動体、および第 2 駆動体は、電圧が印加されると伸長するものであってもよくあるいは電圧が印加されると収縮するものであってもよい。

上記目的を達成する本発明の駆動方法は、上記本発明の第 1 の圧電アクチュエータの第 1 駆動部と第 4 駆動部とに対して互いに同一のタイミングで電圧を印加し、そのタイミングとは異なるタイミングで、その圧電アクチュエータの第 2 駆動部と第 3 駆動部とに対し、互いに同一のタイミングで電圧を印加することにより、上記第 1 の中央部および上記第 2 の中央部からなる中央部対を、上記第 1 の端部および上記第 2 の端部からなる端部対に対して相対的に回転駆動させることを特徴とする。

本発明の圧電アクチュエータは簡単な構造を有しており、小型軽量のアクチュエータとして実現することができる。また、本発明の駆動方法によれば、駆動対象物を回転駆動することにより、その駆動対象物を低電圧で大きく変位させることができる。

上記目的を達成する本発明の情報記憶装置は、所定の情報記憶媒体に対する情報記録および情報再生のうち少なくとも何れか一方を行うヘッドが搭載された

ヘッド部と、

ヘッド部に搭載されているヘッドが情報記憶媒体に対して近接あるいは接触するようにヘッド部を保持するアーム部と、

アーム部を駆動することにより、そのアーム部に保持されたヘッド部に搭載されたヘッドを情報記憶媒体に沿って移動させるアーム部アクチュエータと、

アーム部に対してヘッド部を、ヘッド部の重心を中心として回動させるヘッド部アクチュエータとを備え、

上記ヘッド部アクチュエータが、本発明の第1の圧電アクチュエータあるいは第2の圧電アクチュエータであることを特徴とする。

ここで、アーム部は、ヘッド部を直接保持するものであってもよいし、あるいは、ヘッド部アクチュエータなどを介して間接的に保持するものであってもよい。また、ヘッド部アクチュエータとして第2の圧電アクチュエータが採用される場合には、第2の駆動端は、ヘッド部に直接に固定されてもよく、あるいは治具などを介してヘッド部に間接に固定されてもよい。

本発明の情報記憶装置によれば、ヘッド部が重心を中心として回動されるため、ヘッド駆動時の慣性モーメントが小さい。また、本発明の情報記憶装置に組み込まれているヘッドアクチュエータは、小型軽量であり、ヘッドを高精度に位置決めする事ができるので、本発明の情報記憶装置は、高記録密度で小型軽量の装置として実現される。

図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る情報記録装置の第1実施形態を示す図である。

図2は、第1実施形態におけるサスペンションの先端付近を表す分解斜視図である。

図3は、本発明の圧電アクチュエータの第1実施形態を表す斜視図である。

図4は、サスペンションの先端付近を表す正面図である。

図5は、第1実施形態における圧電アクチュエータの駆動原理の説明図である。

図6は、第1実施形態の圧電アクチュエータに対する電圧印加タイミングの一

例を示すグラフである。

図 7 は、本発明の情報記憶装置の第 2 実施形態におけるサスペンションの先端付近を表す分解斜視図である。

図 8 は、本発明の圧電アクチュエータの第 2 実施形態を表す斜視図である。

図 9 は、圧電アクチュエータの第 2 実施形態に対する電圧印加タイミングの一例を示すグラフである。

図 10 は、圧電アクチュエータの第 2 実施形態における駆動原理の説明図である。

図 11 は、本発明の第 3 実施形態を示す図である。

図 12 は、圧電アクチュエータの作成方法の前半を表す図である。

図 13 は、共通電極層と個別電極層の重なり合いを示す図である。

図 14 は、圧電アクチュエータの作成方法の後半を表す図である。

図 15 は、本発明の圧電アクチュエータの第 4 実施形態を示す図である。

図 16 は、本発明の圧電アクチュエータの第 5 実施形態を示す図である。

図 17 は、本発明の圧電アクチュエータの第 6 実施形態を示す図である。

図 18 は、張出部が設けられた圧電アクチュエータの第 1 の作成方法の前半部分を示す図である。

図 19 は、張出部が設けられた圧電アクチュエータの第 2 の作成方法の前半部分を示す図である。

図 20 は、第 1 および第 2 の作成方法の後半部分を示す図である。

図 21 は、ビアによって電極層が接続された圧電アクチュエータの作成方法の前半部分を示す図である。

図 22 は、ビアによって電極層が接続された圧電アクチュエータの作成方法の後半部分を示す図である。

図 23 は、本発明の第 7 実施形態におけるサスペンションの先端付近を示す図である。

図 24 は、第 7 実施形態における駆動部の構造を表す図である。

図 25 は、サスペンションの先端付近の構造を表す図である。

図 26 は、第 1 駆動体が伸長した様子を示す図である。

図 27 は、第 2 駆動体が伸長した様子を示す図である。

図 28 は、第 1 駆動体および第 2 駆動体の作成方法の前半を示す図である。

図 29 は、第 1 駆動体および第 2 駆動体の作成方法の後半を示す図である。

図 30 は、本発明の第 8 実施形態を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施形態について説明する。

図 1 は、本発明に係る情報記録装置の第 1 実施形態を示す図である。

この図 1 に示すハードディスクドライブ (HDD) 100 は、本発明の情報記録装置の第 1 実施形態に相当するものである。このハードディスクドライブ 100 のハウジング 101 には、回転軸 102 に装着されて回転する磁気ディスク 103 と、磁気ディスク 103 に対して情報記録と情報再生を行う磁気ヘッドが搭載されたスライダ 104 と、スライダ 104 を保持するサスペンション 108 と、サスペンション 108 が固着されてアーム軸 105 を中心に磁気ディスク 103 表面に沿って移動するキャリッジアーム 106 と、キャリッジアーム 106 を駆動するアームアクチュエータ 107 が収容されている。この図 1 に示すハードディスクドライブ 100 では、磁気ディスク 103 が、本発明にいう情報記憶媒体の一例に相当している。また、磁気ヘッドとスライダ 104 によって本発明にいうヘッド部が構成されており、サスペンション 108 とキャリッジアーム 106 によって本発明にいうアーム部が構成されている。従って、アームアクチュエータ 107 は、本発明にいうアーム部アクチュエータに相当する。また、サスペンション 108 の先端には、本発明にいうヘッド部アクチュエータの一例および本発明の圧電アクチュエータの第 1 実施形態に相当する、後述する圧電アクチュエータが備えられている。

磁気ディスクへの情報の記録および磁気ディスク 103 に記憶された情報の再生にあたっては、磁気回路で構成されたアームアクチュエータ 107 によってキャリッジアーム 106 が駆動され、後述する圧電アクチュエータによってスライダ 104 が駆動されて、磁気ヘッドが、回転する磁気ディスク 103 上の所望

のトラックに位置決めされる。スライダ 104 に搭載された磁気ヘッドは、磁気ディスク 103 の回転に伴って、磁気ディスク 103 の各トラックに並ぶ各微小領域に順次近接する。情報の記録時には、このように磁気ディスク 103 に近接した磁気ヘッドに電氣的な記録信号が入力され、磁気ヘッドにより、その記録信号に応じてそれらの各微小領域に磁界が印加されて、その記録信号に担持された情報が各微小領域の磁化方向として記録される。また、情報の再生時には、磁気ヘッドによって、各微小領域の磁化方向として記録された情報が、それらの磁化それぞれが発生する磁界に応じた電氣的な再生信号として取り出される。ハウジング 101 の内部空間は、図示しないカバーによって閉鎖される。

後述する各実施形態はいずれも、サスペンション 108 の先端付近の構造を除いて、図 1 に示す構造と同様の構造を有する。以下では、サスペンション 108 の先端付近の構造だけに着目して各実施形態の説明を行う。

以下説明する各実施形態は、2つのタイプに分けられる。まず、第1のタイプの実施形態について説明する。

図 2 は、第 1 実施形態におけるサスペンションの先端付近を表す分解斜視図であり、図 3 は、本発明の圧電アクチュエータの第 1 実施形態を表す斜視図であり、図 4 は、サスペンションの先端付近を表す正面図である。以下、これらの図をあわせて説明する。

サスペンション 108 は、本体部 108 a と保持部 108 b で構成されており、保持部 108 b は、本体部 108 a と繋がる部分 108 c で弾性変形することにより板バネとして働く。

スライダ 104 の端面には磁気ヘッド 104 a が搭載されている。

サスペンション 108 の保持部 108 b には、圧電アクチュエータ 110 がエポキシ系の接着剤などで固着され、圧電アクチュエータ 110 にはスライダ 104 が固着される。

この圧電アクチュエータ 110 は、後述するように一体形成されるが、機能に着目すると、圧電アクチュエータ 110 は、4つの棒状の駆動部 111__1, 111__2, 111__3, 111__4 と、2つの中央部 112__1, 112__2 と、2つの端部 113__1, 113__2 に区分される。

4つの駆動部111_1, 111_2, 111_3, 111_4の構造は、導電性材料からなる共通電極層114と、導電性材料からなる個別電極層115と、これらの電極層114, 115に挟まれた圧電性材料からなる圧電層で構成された多層構造になっている。このため、4つの駆動部111_1, 111_2, 111_3, 111_4は、いわゆる活性な部分であり、共通電極層114と個別電極層115との間に電圧が印加されると、圧電横効果(31モード)によって、各駆動部111_1, 111_2, 111_3, 111_4の長さ方向に収縮し、印加された電圧が開放されると長さ方向に伸長する。なお、共通電極層114の電位は4つの駆動部111_1, 111_2, 111_3, 111_4について共通の電位であり、個別電極層115の電位は4つの駆動部111_1, 111_2, 111_3, 111_4それぞれについて個別に設定される。

一方、2つの中央部112_1, 112_2および2つの端部113_1, 113_2の構造は、共通電極層114および個別電極層115のうちいずれか一方と、圧電層とが交互に積層された構造である。このため、2つの中央部112_1, 112_2および2つの端部113_1, 113_2はいずれもいわゆる不活性な部分であり、共通電極層114および個別電極層115の電位に関わらず収縮伸長しない。また、圧電アクチュエータ110の側面には、共通電極層114に接続された共通電極端子116と、個別電極層115に接続された個別電極端子117が設けられており、これら共通電極端子116および個別電極端子117を介して、共通電極層114と個別電極層115との間に電圧が印加される。以下の説明では、駆動部の共通電極層と個別電極層との間に電圧が印加されることを単に「駆動部に電圧が印加される」と称する場合がある。

圧電アクチュエータ110のうち、サスペンション108およびスライダ104に固着される部分としては、2つの中央部112_1, 112_2からなる中央部対と2つの端部113_1, 113_2からなる端部対が考えられる。つまり、サスペンション108に中央部対が固着されるとともに、スライダ104に端部対が固着される場合と、その逆に、サスペンション108に端部対が固着されるとともに、スライダ104に中央部対が固着される場合が考えられる。ここでは、サスペンション108の保持部108bに端部対が固着されるとともに、

スライダ 104 中央の固着部位 104b に中央部対が固着されるものとして以下説明する。

圧電アクチュエータ 110 は、以下説明する原理によってサスペンション 108 に対してスライダ 104 を相対的に回転駆動する。

図 5 は、第 1 実施形態における圧電アクチュエータの駆動原理の説明図である。

ここでは、圧電アクチュエータ 110 の 4 つの駆動部 111__1, 111__2, 111__3, 111__4 のうち、互いに対角に位置する第 2 駆動部 111__2 と第 3 駆動部 111__3 が互いに同じタイミングで収縮した様子が示されており、これら第 2 駆動部 111__2 および第 3 駆動部 111__3 とは別の対角に位置する第 1 駆動部 111__1 および第 4 駆動部 111__4 は収縮していない。このため、2 つの中央部 112__1, 112__2 からなる中央部対が、2 つの端部 113__1, 113__2 からなる端部対に対して回転駆動される。その結果、中央部対に固着されているスライダ 104 が、端部対に固着されているサスペンション 108 に対して回転駆動されて、磁気ヘッドが大きく変位する。また、中央部対はスライダ 104 の中央に固着されているので、スライダ 104 は重心を中心として回転駆動されることとなり、ヘッド駆動時の慣性モーメントが小さい。また、ここでは、サスペンションに端部対が固着され、スライダに中央部対が固着されているので、圧電アクチュエータ 110 自身は回転せず、慣性モーメントが抑えられている。

第 1 駆動部 111__1 および第 4 駆動部 111__4 が互いに同じタイミングで収縮し、第 2 駆動部 111__2 および第 3 駆動部 111__3 は収縮しないことで、図 5 に示した回転駆動の方向とは逆の方向にも素速くスライダ 104 を回転駆動させることができる。

図 6 は、第 1 実施形態の圧電アクチュエータに対する電圧印加タイミングの一例を示すグラフである。

このグラフは、4 つの駆動部それぞれについて、共通電極層と個別電極層との間に印加される電圧を示しており、グラフの横軸は時刻、縦軸は印加電圧を示している。

時刻 t_1 から時刻 t_2 までの時間帯では、第 1 駆動部と第 4 駆動部に 30 V の電圧が印加され、第 2 駆動部と第 3 駆動部は電圧が開放されている。また、時刻 t_3 から時刻 t_4 までの時間帯では、第 2 駆動部と第 3 駆動部に 30 V の電圧が印加され、第 1 駆動部と第 4 駆動部は電圧が開放されている。これにより、図 5 に示すように、圧電アクチュエータ 110 はスライダ 104 を回転駆動する。

また、上述した各時間帯を除く他の時刻では、4 つの駆動部すべてに 15 V の電圧が印加されており、4 つの駆動部が同じ力で収縮しようとする。この結果、スライダ 104 は、図 4 に示す位置（ホームポジション）に強制的にとどめられることとなる。なお、このように 4 つの駆動部すべてに同一の電圧が印加されてホームポジションを維持することは、本発明では必須でなく、単に、すべての駆動部で電圧が開放されるだけであってもよい。また、互いに別の対角に位置する駆動部には、上記グラフに示されるような逆タイミングで電圧が印加されてもよく、あるいは、互いにずれたタイミングで電圧が印加されてもよい。さらに、印加電圧は、上記グラフに示されるような矩形パルス状であってもよいし、あるいは、滑らかに変化するものであってもよい。

以上説明した第 1 実施形態の能力を有限要素法（Finite Element Method: FEM）によって解析した結果について以下説明する。

圧電アクチュエータの寸法を、長さが 1.25 mm、幅が 0.12 mm、厚みが 0.08 mm（20 μ m の圧電層 \times 4）に設定すると、30 V という低い印加電圧下でも、スライダ上の磁気ヘッドの変位は 0.5 μ m という大きな変位であった。また、この圧電アクチュエータにスライダが固着されているときの共振周波数は 15.6 kHz という高い周波数であり、高速な駆動が可能であることがわかった。高記録密度で高速な読み書きが可能な情報記憶装置を実現するための圧電アクチュエータとしては、30 V 以下の印加電圧で 0.5 μ m 程度の変位量が得られ、かつ、共振周波数が 10 kHz 以上という特性が求められており、上記第 1 実施形態の解析結果はこの特性を十分に満たしている。また、実際に上記寸法の圧電アクチュエータを試作し、レーザドップラー計を用いて周期的な印加電圧の下での駆動速度を測定したところ、上記同様の共振周波数が確認された。上記第 1 実施形態の圧電アクチュエータが採用された情報記憶装置は、20 Gb

$i t / i n^2$ 以上の高記録密度で高速な読み書きが可能である。

以上で本発明の第1実施形態の説明を終了し、以下、本発明の他の実施形態について説明する。上述したように、図1に示す構成は、以下説明する各実施形態にも共通の構成であるので、重複説明は省略する。

図7は、本発明の情報記憶装置の第2実施形態におけるサスペンションの先端付近を表す分解斜視図であり、図8は、本発明の圧電アクチュエータの第2実施形態を表す斜視図である。

図7に示すサスペンション108およびスライダ104は、図2に示すサスペンション108およびスライダ104と同様のものである。

図7および図8に示す圧電アクチュエータ120の構造は、図2に示す圧電アクチュエータ110と同様な構成部分を有する駆動段が2段重なった構造であり、駆動段の間にはスリット121が設けられている。駆動段が2段あるので、圧電アクチュエータ120は8つの駆動部122__1, ..., 122__8と、4つの中央部123__1, ..., 123__4を有し、それぞれが、図2に示す端部113__1, 113__2の2段分に相当する2つの端部124__1, 124__2も有する。また、圧電アクチュエータ120の側面には、共通電極端子125と個別電極端子126が設けられており、これら共通電極端子125および個別電極端子126を介して8つの駆動部122__1, ..., 122__8それぞれに電圧が印加される。

4つの中央部123__1, ..., 123__4のうちサスペンション108側（上段）の中央部123__1, 123__2は、サスペンション108の保持部108aに固着され、スライダ104側（下段）の中央部123__3（図示せず）、123__4は、スライダ104上の固着部位104bに固着される。

図9は、圧電アクチュエータの第2実施形態に対する電圧印加タイミングの一例を示すグラフであり、図10は、圧電アクチュエータの第2実施形態における駆動原理の説明図である。

このグラフは、8つの駆動部それぞれに印加される電圧を示しており、グラフの横軸は時刻、縦軸は印加電圧を示している。

時刻 t_1 から時刻 t_2 までの時間帯では、第1駆動部と第4駆動部と第6駆動

部と第7駆動部に30Vの電圧が印加され、第2駆動部と第3駆動部と第5駆動部と第8駆動部は電圧が開放されている。また、時刻 t_3 から時刻 t_4 までの時間帯では、第2駆動部と第3駆動部と第5駆動部と第8駆動部に30Vの電圧が印加され、第1駆動部と第4駆動部と第6駆動部と第7駆動部は電圧が開放されている。つまり、上段の4つの駆動部（第1～第4駆動部）のうち、対角に位置する2つの駆動部に電圧が印加されると共に、同じタイミングで、下段の4つの駆動部（第5～第8駆動部）のうち、それら2つの駆動部とは別の対角に位置する2つの駆動部にも電圧が印加される。これにより、上段の2つの駆動部（例えば第2駆動部と第3駆動部）は、図10の矢印 f_1 , f_2 が示すように収縮し、下段の2つの駆動部（例えば第5駆動部と第8駆動部）は、図10の矢印 f_3 , f_4 が示すように収縮する。この結果、2つの端部 124_1 , 124_2 からなる端部対に対する中央部の回転駆動は、上段と下段とで逆方向となり、上段の2つの中央部 123_1 , 123_2 を固定したと仮定すると、2つの端部 124_1 , 124_2 と下段の2つの中央部 123_3 , 123_4 は、それぞれ、図10の矢印 f_5 , f_6 と矢印 f_7 が示すように回転駆動する。つまり、下段の2つの中央部 123_3 , 123_4 が上段の2つの中央部 123_1 , 123_2 に対して回転駆動される駆動量は、1段の駆動段による駆動量の約2倍の駆動量となっており、駆動段が重なっている分だけ駆動量が増幅されている。

なお、図9の時刻 t_1 から時刻 t_2 までの時間帯および時刻 t_3 から時刻 t_4 までの時間帯を除く他の時刻では、8つの駆動部すべてに15Vの電圧が印加されており、スライダはホームポジションに強制的にとどめられる。

ここで、第2実施形態の能力をFEMによって解析した結果について説明する。

圧電アクチュエータの寸法を、長さが1.25mm、幅が0.3mm、厚みが0.16mm（20 μ mの圧電層 \times 4 \times 2段）に設定すると、30Vという低い印加電圧下でも、スライダ上の磁気ヘッドの変位は0.51 μ mという大きな変位であった。また、この圧電アクチュエータにスライダが固着されているときの共振周波数は24.7kHzという非常に高い周波数であった。つまり、第2実施形態では、圧電アクチュエータの幅が上記第1実施形態の圧電アクチュエータ

の幅よりも広い場合であっても、駆動段が2段重なっているために、第1実施形態と同様な変位量が得られることがわかった。また、その場合には、幅が広く設定された分だけ高い共振周波数が得られることもわかった。

図11は、本発明の第3実施形態を示す図である。

この第3実施形態でも、サスペンション108とスライダ104は、図2に示すサスペンション108およびスライダ104と同様のものである。

この図11に示す圧電アクチュエータ130の構造は、図2に示す圧電アクチュエータと同様な構成部分を有する駆動段131が6段重なった構造である。各駆動段131は、端部132あるいは中央部133で相互に接続されており、端部132での接続と中央部133での接続が交互に行われている。即ち、 $2N$ 段目（ N は整数）と $2N-1$ 段目は端部132で接続されており、 $2N$ 段目と $2N+1$ 段目は中央部133で接続されている。

各駆動段131の中央部133は、図5に示す原理により端部132に対して回転駆動する。また、各駆動段131における回転駆動の方向は交互に逆転しており、これにより、図10に示す原理によって回転駆動量が約6倍に増幅されている。

以下、上記第1～第3実施形態の圧電アクチュエータを代表させて、第2実施形態の圧電アクチュエータについて作成方法を説明する。ここでは、作成方法の一例として、いわゆるグリーンシート法が採用されている。

図12は、圧電アクチュエータの作成方法の前半を表す図である。

ここでは、以下説明するような各層が積層されて多層構造が形成される。また、ここでは圧電アクチュエータ6個分が同時に作成される工程が示されており、図12の一点鎖線で区切られた1列が1個分に相当する。

まず、圧電材料が用いられたグリーンシート201が形成され、そのグリーンシート201上に、導電性材料からなる共通電極層202がスクリーン印刷される。ここで、圧電材料としては、PZT系、PT系、チタン酸バリウム系、層状ペロブスカイト系等が考えられる。また、導電性材料としては、Ag-PdペーストやPtペーストなどが考えられる。

次に、共通電極層202の上にグリーンシート201が形成され、そのグリー

ンシート 201 上に、導電性材料として例えば Pt が用いられた個別電極層 203 がスクリーン印刷される。これらのグリーンシート 201、共通電極層 202、および個別電極層 203 が所望の積層数だけ繰り返し形成されて、駆動段の 1 段分となる。

その後、グリーンシート 201 に挟まれたバインダ層 204 が形成される。このバインダ層 204 によって、後述するようにスリットが形成される。

更に、上記同様に、グリーンシート 201、共通電極層 202、および個別電極層 203 が所望の積層数だけ繰り返し形成される。

図 13 は、共通電極層と個別電極層の重なり合いを示す図である。

共通電極層 202 と個別電極層 203 は、互いに部分的に重なり合っており、共通電極層 202 は、2 つに分かれた個別電極層 203 の相互間を跨いでいる。

図 14 は、圧電アクチュエータの作成方法の後半を表す図である。

図 12 および図 13 で説明したように各層が積層されてなる積層体は、いわゆるサンドブラスト加工によって穴 205 が穿たれ、1050℃の大気中で焼成される。この焼成によって、上述したバインダ層は消失し、上述したスリットが形成される。バインダ層の材料としては、PVB バインダや、焼成で消失する他のバインダが考えられる。焼成された積層体は、図 12 および図 13 の 1 点鎖線の位置で 6 個の半製品 206 に分割され、各半製品 206 には、図 8 に示すように共通電極端子 125 と個別電極端子 126 が形成される。

上述した各実施形態の圧電アクチュエータは、このような工程によって作成される。

図 15 は、本発明の圧電アクチュエータの第 4 実施形態を示す図である。

図 3 に示す第 1 実施形態の圧電アクチュエータ 110 と同様に、この図 15 に示す第 4 実施形態の圧電アクチュエータ 140 は 4 つの棒状の駆動部 141 を有している。これら 4 つの駆動部 141 は、圧電層および電極層が駆動部の長さ方向に積層されて構成されており、電極間に電圧が印加されると圧電縦効果（3 モード）によって駆動部が伸長する。

この第 4 実施形態の圧電アクチュエータ 140 が第 1 実施形態の圧電アクチュエータに換えて用いられることにより、上述したようにスライダを回転駆動す

ることができる。

なお、圧電横効果（3 1 モード）を利用する圧電アクチュエータには、作成が容易であるという利点があり、圧電縦効果（3 3 モード）を利用する圧電アクチュエータには、駆動量が大きいという利点がある。

図 1 6 は、本発明の圧電アクチュエータの第 5 実施形態を示す図である。

図 3 に示す第 1 実施形態の圧電アクチュエータ 1 1 0 と同様に、この図 1 6 に示す第 5 実施形態の圧電アクチュエータ 1 4 5 も 4 つの棒状の駆動部 1 4 6 を有している。これら 4 つの駆動部 1 4 6 における圧電層および電極層の積層方向は、駆動部 1 4 6 の長さ方向に垂直な方向であると共に、第 1 実施形態の圧電アクチュエータ 1 1 0 における積層方向にも垂直な方向である。

このような積層方向が採用されると、圧電アクチュエータ 1 4 5 の中央に穴 1 4 7 が開いた構造が、上述したバインダ層の利用で形成可能となり、圧電アクチュエータ 1 4 5 の作成が極めて容易である。

図 1 7 は、本発明の圧電アクチュエータの第 6 実施形態を示す図である。

この第 6 実施形態の圧電アクチュエータ 1 4 8 は、6 個の張出部 1 4 9 を有する点を除いて、図 1 6 に示す第 5 実施形態の圧電アクチュエータ 1 4 5 と全く同様のものである。

図 5 で説明した駆動原理によって圧電アクチュエータがスライダなどを回転駆動するためには、4 つの棒状の駆動部 1 4 6 が十分に細くてしなやかであることが必要である。また、回転駆動量を十分に大きくするためには、平行に並んだ駆動部 1 4 6 が十分に接近していることも必要である。

しかし、図 1 6 に示すような幅の狭い圧電アクチュエータ 1 4 5 に、例えば図 2 に示すサスペンション 1 0 8 やスライダ 1 0 4 などといった駆動対象物が固着されると、固着の際にその駆動対象物が傾いてしまうおそれがある。

そこで、この第 6 実施形態の圧電アクチュエータ 1 4 8 には、棒状の駆動部 1 4 6 が並ぶ方向に張り出した張出部 1 4 9 が設けられており、この張出部 1 4 9 によって駆動対象物の傾きが防がれている。また、この張出部 1 4 9 は、駆動部 1 4 6 の側面を避けて設けられているので駆動部 1 4 6 は自在に圧縮伸長することができる。

このような張出部 1 4 9 が設けられた圧電アクチュエータ 1 4 8 の作成方法について以下説明する。

図 1 8 は、張出部が設けられた圧電アクチュエータの第 1 の作成方法の前半部分を示す図であり、図 1 9 は、その圧電アクチュエータの第 2 の作成方法の前半部分を示す図である。

これら第 1 の作成方法および第 2 の作成方法によってほぼ同様の圧電アクチュエータが製造される。

図 1 8 に示す第 1 の作成方法では、電極層のパターンに導電性材料 2 2 0 がプリントされたグリーンシート 2 2 1 とバインダ 2 2 2 がのったグリーンシート 2 2 1 が必要枚数積層され、低圧で圧せられて第 1 の仮積層体 2 2 3 が形成される。また、必要枚数のグリーンシートが圧せられて厚板 2 2 4 が形成され、所定位置に穴が穿たれバインダ 2 2 2 が充填されて、第 2 の仮積層体 2 2 5 が形成される。

このように形成された 1 つの第 1 の仮積層体 2 2 3 と 2 つの第 2 の仮積層体 2 2 5 が重ねられて高圧で圧せられることで本積層体 2 2 6 が形成される。その後、脱脂、焼成が行われて焼成体 2 2 7 が形成される。この脱脂、焼成が行われる際にバインダ 2 2 2 が消失して、スリット 2 2 8 や張出部 2 2 9 が形成される。

図 1 9 に示す第 2 の作成方法では、電極層のパターンに導電性材料 2 2 0 がプリントされたグリーンシート 2 2 1 が必要枚数だけ 2 セット積層され、さらにその 2 セットがバインダ 2 2 2 を挟んで積層されて第 1 の仮積層体 2 2 3 が形成される。また、第 2 の仮積層体は、上記第 1 の作成方法と同様に形成される。

その後、上記第 1 の作成方法と同様に、1 つの第 1 の仮積層体 2 2 3 と 2 つの第 2 の仮積層体 2 2 5 が重ねられて高圧で圧せられることで本積層体 2 2 6 が形成され、脱脂、焼成が行われて焼成体 2 2 7 が形成される。

この第 2 の作成方法で形成された焼成体 2 2 7 では、スリット 2 2 8 の側面が電極層 2 3 0 で覆われているので耐久性が高い。

図 2 0 は、第 1 および第 2 の作成方法の後半部分を示す図である。

上述した焼成体 2 2 7 は、一般に、圧電アクチュエータの積層構造の複数個分

が並んだ形で形成される。その焼成体 2 2 7 がカットソー 3 0 0 で分割されて、中間体 2 3 1 が形成される。さらにその中間体 2 3 1 がカットソー 3 0 0 で分割され、分割面に側面電極 2 3 2 などが蒸着されて圧電アクチュエータの製品 2 3 3 が作成される。

ところで、上述した各実施形態における電極層の相互間を接続する手段としては、圧電層を貫通するビアも考えられる。

図 2 1 は、ビアによって電極層が接続された圧電アクチュエータの作成方法の前半部分を示す図であり、図 2 2 は、その作成方法の後半部分を示す図である。

この図 2 1 および図 2 2 には、図 1 6 に示す積層構造を有するとともに、ビアによって電極層が接続された圧電アクチュエータの作成方法が示されている。図 1 6 に示す積層構造以外の他の積層構造を有する圧電アクチュエータであっても、この図 2 1 および図 2 2 に示す作成方法と同様な作成方法によって、ビアによって電極層が接続された圧電アクチュエータとして作成される。

この作成方法では、図 2 1 に示すように、電極層のパターンに導電性材料 2 2 0 がプリントされるとともに、所定箇所に穿たれた貫通穴に導電性材料 2 2 0 が充填されたグリーンシート 2 2 1 とバインダ 2 2 2 がのったグリーンシート 2 2 1 が必要枚数積層され圧着されて積層体 2 3 4 が形成される。貫通穴に充填されている導電性材料 2 2 0 は、この圧着によって他のグリーンシート上の導電性材料 2 2 0 に圧着されてビア 2 3 5 を形成する。その後、積層体 2 3 4 が脱脂、焼成されて焼成体 2 3 6 が得られる。

図 2 2 に示すように、焼成体 2 3 6 の表面にはビア 2 3 5 の端面が露出しており、その表面に電極 2 3 7 が蒸着される。この蒸着の工程は、1つの焼成体に対して1回だけ実施されればよいので、ビアを用いずに側面電極を用いる場合よりも電極を蒸着する工程が少なくして製造コストが低い。

電極 2 3 7 が蒸着された焼成体 2 3 6 がその後カットソー 3 0 0 で分割されて、圧電アクチュエータの製品 2 3 8 が完成する。

以上で第 1 のタイプの実施形態についての説明を終了し、以下、第 2 のタイプの実施形態について説明する。

図 2 3 は、本発明の第 7 実施形態を示す図である。

この図23のパート(A)には、サスペンションの先端付近の正面図が示されており、図23のパート(B)には、側面図が示されている。

この第7実施形態では、サスペンション108の一部が圧電アクチュエータ150のベース部を兼ねている。また、板状のサスペンション108を挟んで、一方に圧電アクチュエータ150、他方にスライダ104が存在する。

圧電アクチュエータ150には2つの駆動部151が、回転対称かつ非線対称に配置されており、後述するように、これら2つの駆動部151によってスライダ104が、重心を中心として回転駆動される。

図24は、駆動部の構造を表す図である。

駆動部151は、棒状の第1駆動体152と、棒状の第2駆動体153と、それらの駆動体152、153それぞれの一端を相互に固定する固定体154とを有している。ここでは、固定体154として、サスペンションと同じ材料の板が用いられている。

第1駆動体152と第2駆動体153は平行に並んでおり、電極層155と圧電層156からなる積層構造を有している。電極層155と圧電層156の積層方向は、第1駆動体152および第2駆動体153の長さ方向であって、第1駆動体152および第2駆動体153のそれぞれは、圧電層156を間に挟んで隣り合う電極層155の相互間に電圧が印加されると圧電縦効果(33モード)により長さ方向に伸長する。また、印加電圧が開放されると、第1駆動体152および第2駆動体153のそれぞれは長さ方向に収縮する。ここで、例えば第1駆動体152が33層、第2駆動体153が13層であるものとする、1層が20 μm であれば駆動部分はそれぞれ660 μm 、260 μm となり、30Vの印加電圧ではそれぞれ564nm、222nmだけ伸長することとなって、数百nmという高精度の位置決めを行うことができる。ここでは、第1駆動体152の両端のうち、固定体154に固定された一端に対する他端が第1の駆動端152aであり、第2駆動体の両端のうち、固定体154に固定された一端に対する他端が第2の駆動端153aであって、第1駆動体152や第2駆動体153が伸長することにより、第2の駆動端153aが第1の駆動端152aに対して駆動される。

図 25 は、サスペンションの先端付近の構造を表す図である。

サスペンション 108 は、本体部 108 a と保持部 108 b とスライダ固着部 108 d で構成されている。保持部 108 b は、本体部 108 a と繋がる部分 108 c で弾性変形することにより板バネとして働く。スライダ固着部 108 d にはスライダが固着され、2 本の細線部 108 e を介して環状の保持部 108 b に回動自在に保持される。この保持部 108 b は、本発明の圧電アクチュエータのベース部も兼ねており、保持部 108 b 上の駆動端固着部位 108 f には、図 24 に示す駆動部 151 の第 1 の駆動端 152 a が固着される。また、スライダ固着部 108 d 上の駆動端固着部位 108 g には、第 2 の駆動端 153 a が固着され、これにより第 2 の駆動端 153 a はスライダ固着部 108 d を介してスライダに固定される。

以下、図 23 に戻って説明を続ける。

スライダ 104 は、サスペンション 108 によって直接保持されており、サスペンション 108 のスライダ固着部を介して 2 つの駆動部 151 に固定されている。このため、スライダ 104 の重みや、スライダ 104 が磁気ディスクに接離する際の応力などは、丈夫なサスペンション 108 によって主に受け止められることとなり、脆い駆動部 151 への負荷が軽くて耐久性が高い。

また、スライダ 104 は、サスペンション 108 に固着された 2 つの駆動部 151 によってスライダ固着部ごと駆動される。

図 26 および図 27 は、第 7 実施形態における駆動原理の説明図である。

図 26 には、2 つの駆動部 151 それぞれの第 1 駆動体 152 に電圧が印加されて第 1 駆動体 152 が伸長した様子が示されており、図 27 には、2 つの駆動部 151 それぞれの第 2 駆動体 153 に電圧が印加されて第 2 駆動体 153 が伸長した様子が示されている。

第 1 の駆動端 152 a がサスペンション 108 に固定されているため、第 1 駆動体 152 に電圧が印加されると、第 1 駆動体 152 は、図 26 の矢印 f 8 が示すように伸長する。そして、第 2 の駆動端 153 a は、固定体 154 および第 2 駆動体 153 を介して、矢印 f 9 が示すように駆動され、スライダ 104 は、矢印 f 10 が示すように回転駆動される。

一方、第2駆動体153に電圧が印加されると、第2駆動体153は、図27の矢印f11が示すように伸長する。そして、第2の駆動端153aは、矢印f12が示すように駆動され、スライダ104は、矢印f13が示すように回転駆動される。

このように、第1駆動体152と第2駆動体153に対して互いに異なるタイミングで電圧が印加されることにより、スライダ104は左右に回転駆動されることとなる。なお、大きな回転駆動量を得るためには、第2の駆動端153aがスライダ104の重心の近くに固定されることが望ましい。

以下、圧電アクチュエータの第7実施形態の作成方法について説明する。

まず、駆動部を構成する第1駆動体および第2駆動体が作成される。第1駆動体や第2駆動体は種々の方法で作成する事ができるが、ここでは一例として、グリーンシート法によって作成されるものとして以下説明する。

図28は、第1駆動体および第2駆動体の作成方法の前半を示す図である。

ここでは、以下説明するような各層が積層されて多層構造が形成される。

まず、圧電材料からなるグリーンシート210の層が所望の数だけ繰り返し積層されて第1駆動体や第2駆動体の一端に相当する部分が形成される。

次に、グリーンシート210上に、導電性材料からなる第1の電極層211が所定のパターンでスクリーン印刷され、更にグリーンシート210の層が形成される。そのグリーンシート210上には、第1の電極層211のパターンとは互い違いになるようなパターンで第2の電極層212がスクリーン印刷されて、また更にグリーンシート210の層が形成される。これらグリーンシート210の層と、第1の電極層211と、第2の電極層212は、所望の層数だけ繰り返し積層されて、駆動部分が形成される。

さらに、グリーンシート210の層が所望の数だけ繰り返し積層される。

このように各層が積層されてなる積層体は、その後、大気中で脱脂され焼成されて焼成体が生成される。

図29は、第1駆動体および第2駆動体の作成方法の後半を示す図である。

上述したように生成された焼成体213は、カットソー300によって、図28の一点鎖線が示すように分割されて、中間体214が得られる。この中間体2

14の側面には、第1の電極層を相互接続する側面電極215と、第2の電極層を相互接続する側面電極（図示せず）が設けられる。これらの側面電極を介して第1駆動体および第2駆動体に電圧が印加される。

このように側面電極215が設けられた中間体214が更にカットソー300で分割されて、第1駆動体152や第2駆動体153が作成される。

このように作成された第1駆動体152や第2駆動体153が固定体で固定されて、図24に示す駆動部151が作成され、この駆動部151が、図25に示すサスペンション108上に固着されることによって、上述した第7実施形態の圧電アクチュエータが作成される。

図30は、本発明の第8実施形態を示す図である。

この図30のパート（A）には正面図が示されており、図30のパート（B）には側面図が示されている。

この第8実施形態では、サスペンション108、圧電アクチュエータ150、スライダ104がこの順で順次に固着されており、上述した第7実施形態と同様の原理でスライダ104が駆動される。この第8実施形態は、第7実施形態と比較すると、サスペンション108の構造が単純であって製造が容易であるという利点がある。

なお、上記説明では、情報記憶装置の一例としてハードディスク装置が示されているが、本発明の情報記憶装置は、ヘッドをアームで保持して移動させる方式の装置であれば、光ディスク装置や光磁気ディスク装置であってもよい。

以上説明したように、本発明の圧電アクチュエータは小型軽量であり、本発明の駆動方法により低電圧で大きな変位が得られる。また、本発明の情報記憶装置は、ヘッド駆動時の慣性モーメントが小さく、高記録密度で小型軽量の装置として実現することができる。

請求の範囲

1. 各々電圧の印加開放により伸縮し、同一平面上の4点上に配置される駆動部を有してなり、各駆動部は互いに平行な方向に伸縮可能であることを特徴とする圧電アクチュエータ。
2. 電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第1駆動部、
前記第1駆動部に対して平行に並んだ、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第2駆動部、
前記第1駆動部の一端と、その一端と並ぶ、前記第2駆動部の一端との双方が繋がった第1の端部、
前記第1駆動部の、前記第1の端部に繋がった一端に対する他端に繋がった第1の中央部、
前記第2駆動部の、前記第1の端部に繋がった一端に対する他端に繋がった第2の中央部、
前記第1の中央部を挟んで前記第1駆動部とは反対の方向に該第1の中央部から延びた、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第3駆動部、
前記第2の中央部を挟んで前記第2駆動部とは反対の方向に該第2の中央部から延びた、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第4駆動部、
および
前記第3駆動部の、前記第1の中央部に繋がった一端に対する他端と、前記第4駆動部の、前記第2の中央部に繋がった一端に対する他端との双方が繋がった第2の端部を有することを特徴とする圧電アクチュエータ。
3. それぞれが、平面状に配置された、前記第1駆動部と前記第2駆動部と前記第1の端部と前記第1の中央部と前記第2の中央部と前記第3駆動部と前記第4駆動部と前記第2の端部とを有する、順次に重なった複数の駆動段を備え、それら複数の駆動段のうち $2N$ 段目(N は整数)の駆動段と、 $2N+1$ 段目の駆動段との間では、前記第1の端部および前記第2の端部からなる端部対と、前

記第 1 の中央部および前記第 2 の中央部からなる中央部対とのうちいずれか一方どうしが接続されており、それら複数の駆動段のうち $2N$ 段目の駆動段と、 $2N - 1$ 段目の駆動段との間では、前記端部対と前記中央部対とのうちの前記一方に対する他方どうしが接続されていることを特徴とする請求項 2 記載の圧電アクチュエータ。

4. 前記第 1 の端部、前記第 1 の中央部、前記第 2 の中央部、前記第 2 の端部のうち少なくともいずれか 1 つから、前記第 1 駆動部と前記第 2 駆動部が並ぶ方向に延びた張出部を有することを特徴とする請求項 2 記載の圧電アクチュエータ。

5. 前記第 1 駆動部、前記第 2 駆動部、前記第 3 駆動部、および前記第 4 駆動部のそれぞれが、圧電材料からなる複数の圧電層と、該圧電層を挟む、導電材料からなる複数の電極層と、該圧電層を貫いて同電位の電極層どうしを接続するビアとを有するものであることを特徴とする請求項 2 記載の圧電アクチュエータ。

6. それぞれが第 1 の駆動端および第 2 の駆動端を有する、それぞれが該第 2 の駆動端を該第 1 の駆動端に対して相対的に各所定の駆動方向に往復自在に駆動する複数の駆動部と、

前記複数の駆動部それぞれの第 1 の駆動端が固定された、該複数の駆動部を全体として回転対称かつ非線対称な配置に保持するベース部とを備え、

前記駆動部が、

前記第 1 の駆動端から前記駆動方向に延びた、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第 1 駆動体と、

前記第 1 駆動体が延びた方向と同じ方向に前記第 2 の駆動端から、該第 1 駆動体と並んで延びた、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第 2 駆動体と、

前記第 1 駆動体の、前記第 1 の駆動端に繋がった一端に対する他端、および前

記第 2 駆動体の、前記第 2 の駆動端に繋がった一端に対する他端とを相互に固定する固定体とを有するものであることを特徴とする圧電アクチュエータ。

7. 各々電圧の印加開放により互いに平行な方向に伸縮し、同一平面上の 4 点上に配置される駆動部からなる圧電アクチュエータに対し、対角上に位置する 1 対の駆動部を同時に駆動し、他の対の駆動部は前記 1 対の駆動部とは異なるタイミングで駆動することを特徴とする駆動方法。

8. 電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第 1 駆動部、前記第 1 駆動部に対して平行に並んだ、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第 2 駆動部、前記第 1 駆動部の一端と、その一端と並ぶ、前記第 2 駆動部の一端との双方が繋がった第 1 の端部、前記第 1 駆動部の、前記第 1 の端部に繋がった一端に対する他端に繋がった第 1 の中央部、前記第 2 駆動部の、前記第 1 の端部に繋がった一端に対する他端に繋がった第 2 の中央部、前記第 1 の中央部を挟んで前記第 1 駆動部とは反対の方向に該第 1 の中央部から延びた、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第 3 駆動部、前記第 2 の中央部を挟んで前記第 2 駆動部とは反対の方向に該第 2 の中央部から延びた、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第 4 駆動部、および前記第 3 駆動部の、前記第 1 の中央部に繋がった一端に対する他端と、前記第 4 駆動部の、前記第 2 の中央部に繋がった一端に対する他端との双方が繋がった第 2 の端部を有する圧電アクチュエータの第 1 駆動部と第 4 駆動部とに対して互いに同一のタイミングで電圧を印加し、そのタイミングとは異なるタイミングで、該圧電アクチュエータの第 2 駆動部と第 3 駆動部とに対し、互いに同一のタイミングで電圧を印加することにより、前記第 1 の中央部および前記第 2 の中央部からなる中央部対を、前記第 1 の端部および前記第 2 の端部からなる端部対に対して相対的に回転駆動させることを特徴とする駆動方法。

9. 所定の情報記憶媒体に対する情報記録および情報再生のうち少なくとも

何れか一方を行うヘッドが搭載されたヘッド部と、

前記ヘッド部に搭載されているヘッドが前記情報記憶媒体に対して近接あるいは接触するように該ヘッド部を保持するアーム部と、

前記アーム部を駆動することにより、そのアーム部に保持されたヘッド部に搭載されたヘッドを前記情報記憶媒体に沿って移動させるアーム部アクチュエータと、

前記アーム部に対して前記ヘッド部を、該ヘッド部の重心を中心として回転させるヘッド部アクチュエータとを備え、

前記ヘッド部アクチュエータが、

電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第1駆動部、

前記第1駆動部に対して平行に並んだ、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第2駆動部、

前記第1駆動部の一端と、その一端と並ぶ、前記第2駆動部の一端との双方が繋がった第1の端部、

前記第1駆動部の、前記第1の端部に繋がった一端に対する他端に繋がった第1の中央部、

前記第2駆動部の、前記第1の端部に繋がった一端に対する他端に繋がった第2の中央部、

前記第1の中央部を挟んで前記第1駆動部とは反対の方向に該第1の中央部から延びた、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第3駆動部、

前記第2の中央部を挟んで前記第2駆動部とは反対の方向に該第2の中央部から延びた、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第4駆動部、および

前記第3駆動部の、前記第1の中央部に繋がる一端に対する他端と、前記第4駆動部の、前記第2の中央部に繋がる一端に対する他端との双方が繋がった第2の端部を有するものであることを特徴とする情報記憶装置。

10. 所定の情報記憶媒体に対する情報記録および情報再生のうち少なくとも何れか一方を行うヘッドが搭載されたヘッド部と、

前記ヘッド部に搭載されているヘッドが前記情報記憶媒体に対して近接あるいは接触するように該ヘッド部を保持するアーム部と、

前記アーム部を駆動することにより、そのアーム部に保持されたヘッド部に搭載されたヘッドを前記情報記憶媒体に沿って移動させるアーム部アクチュエータと、

前記アーム部に対して前記ヘッド部を、該ヘッド部の重心を中心として回転させるヘッド部アクチュエータとを備え、

前記ヘッド部アクチュエータは、それぞれが、前記アーム部に固定された第1の駆動端と前記ヘッド部に固定された第2の駆動端とを有する、それぞれが該第2の駆動端を該第1の駆動端に対して相対的に各所定の駆動方向に駆動する、全体として回転対称かつ非線対称な配置に保持された複数の駆動部を備えたものであり、

前記駆動部が、

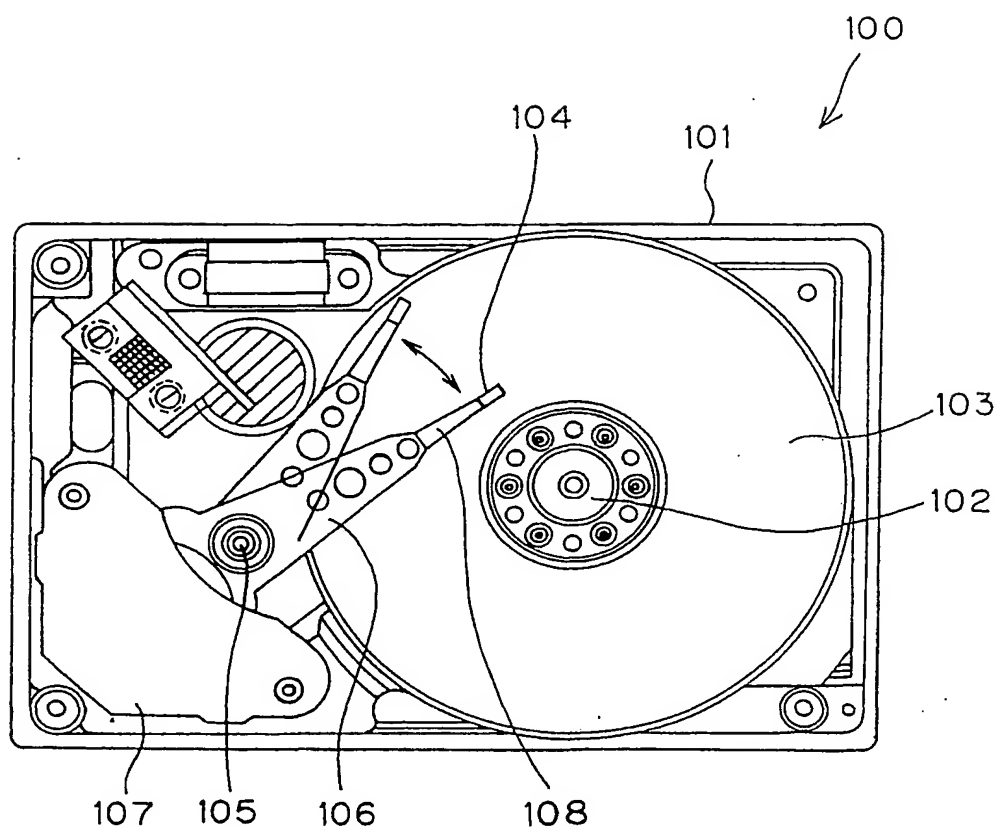
前記第1の駆動端から前記駆動方向に延びた、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第1駆動体と、

前記第1駆動体が延びた方向と同じ方向に前記第2の駆動端から、該第1駆動体と並んで延びた、電圧が印加開放されて長さ方向に収縮伸長する棒状の第2駆動体と、

前記第1駆動体の、前記第1の駆動端に繋がった一端に対する他端、および前記第2駆動体の、前記第2の駆動端に繋がった一端に対する他端とを相互に固定する固定体とを有するものであることを特徴とする情報記憶装置。

1/26

Fig. 1



2/26

Fig. 2

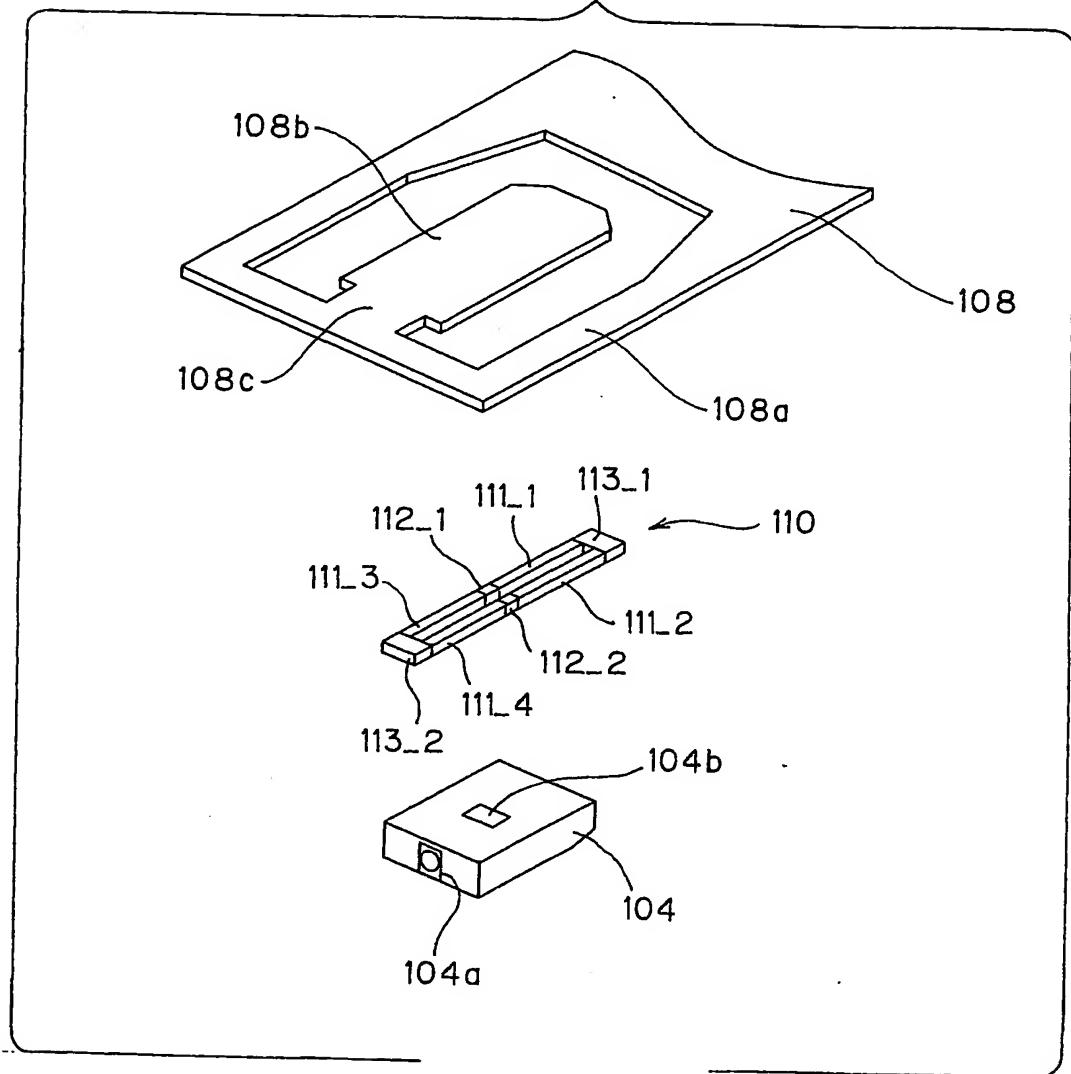
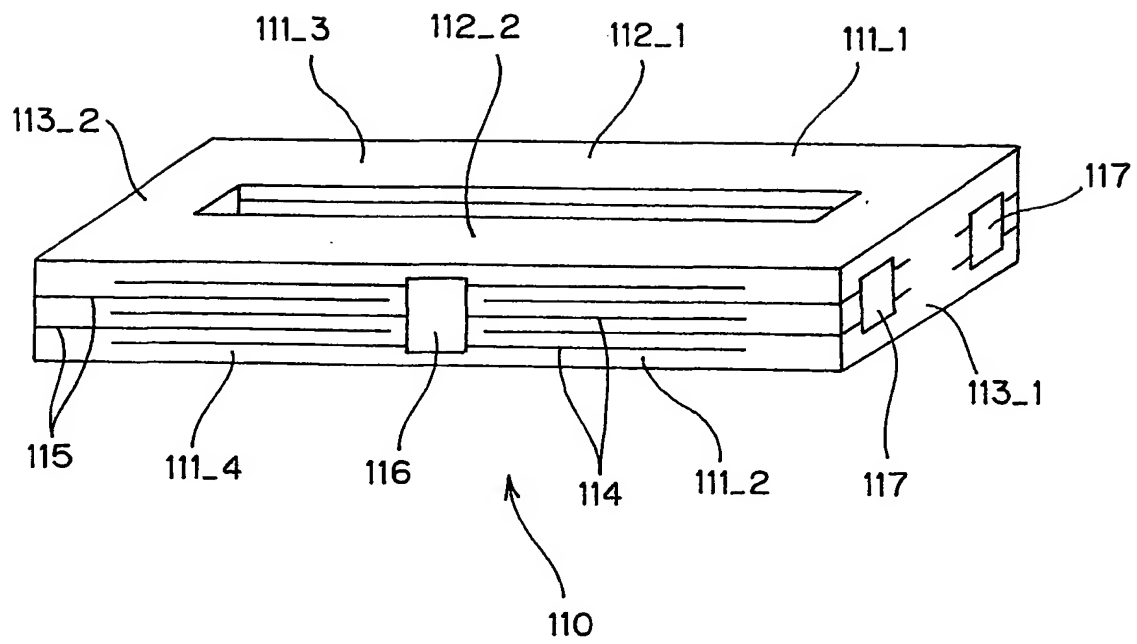


Fig.3



4/26

Fig. 4

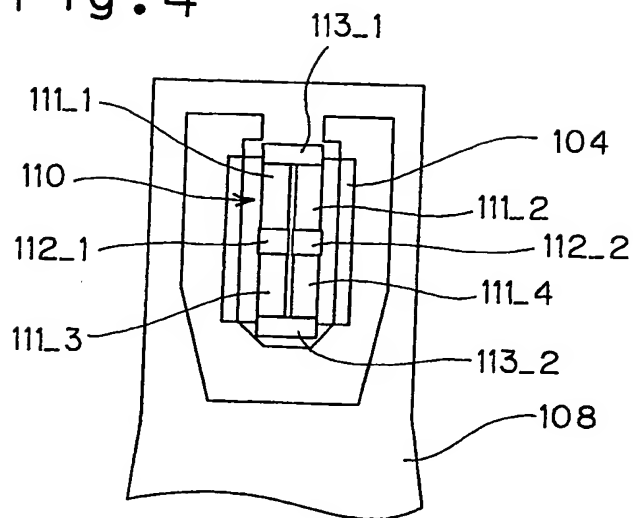
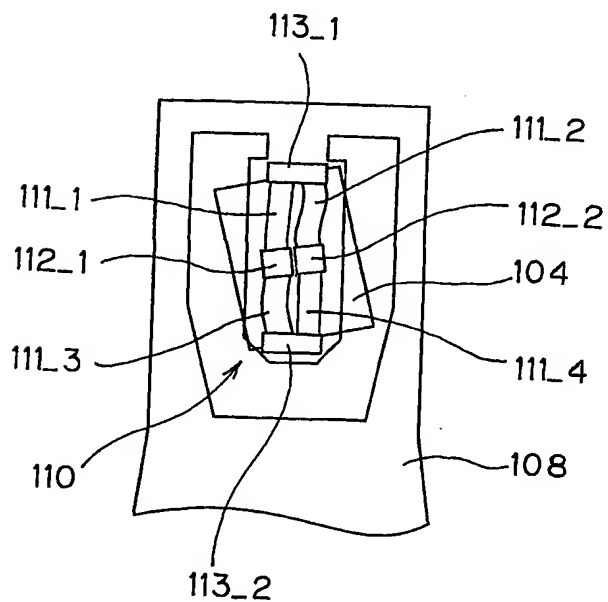
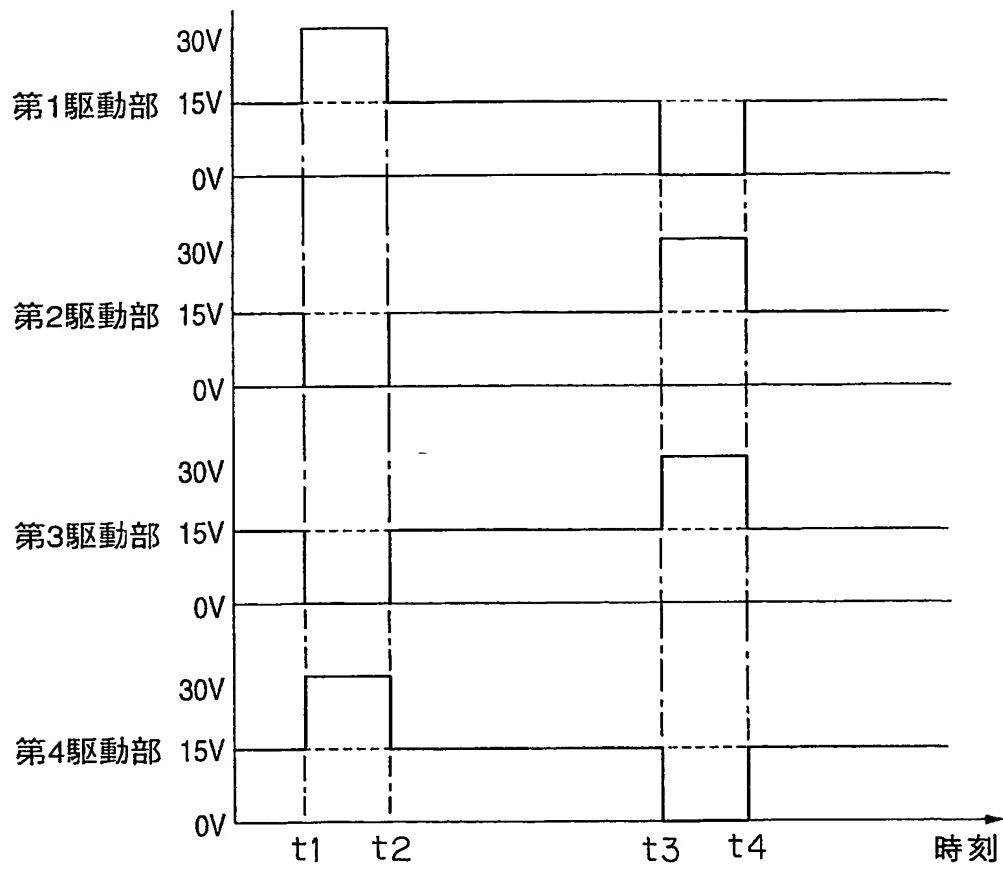


Fig. 5



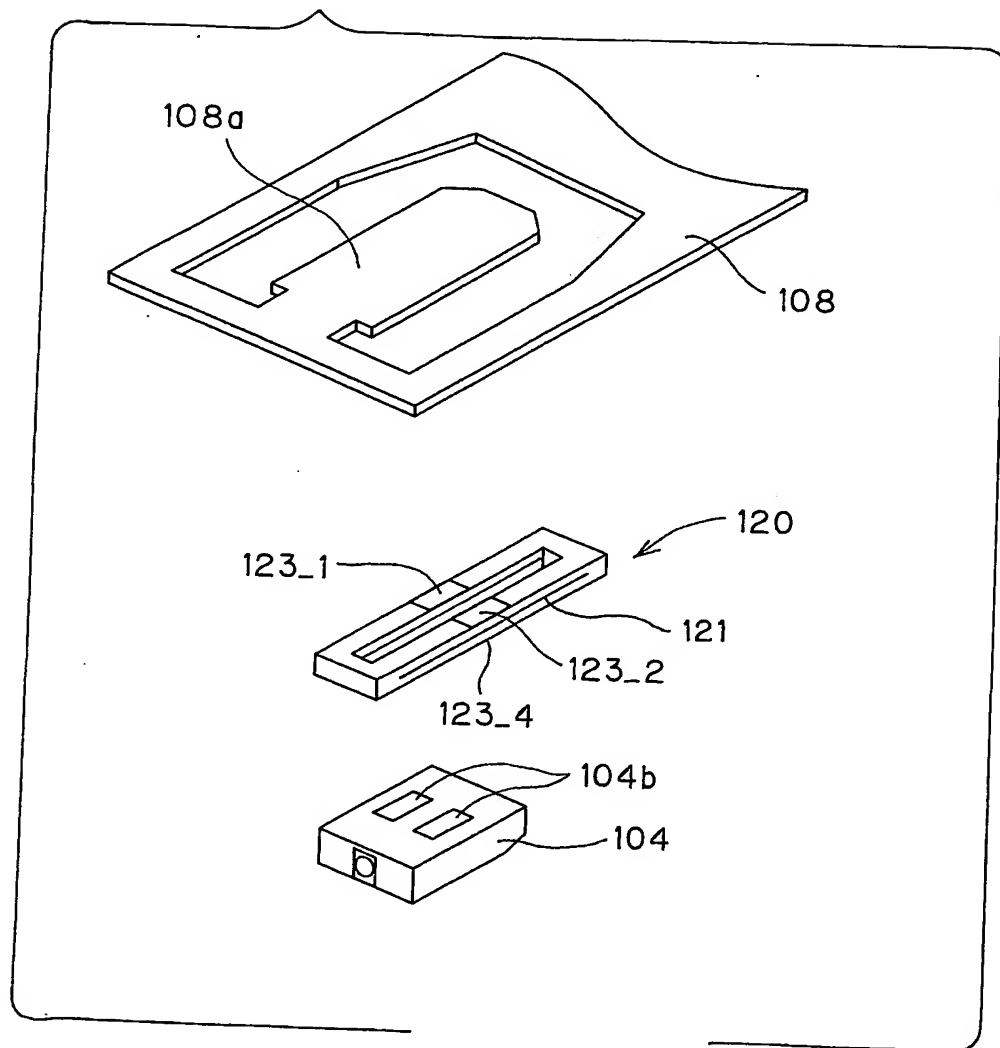
5/26

Fig.6



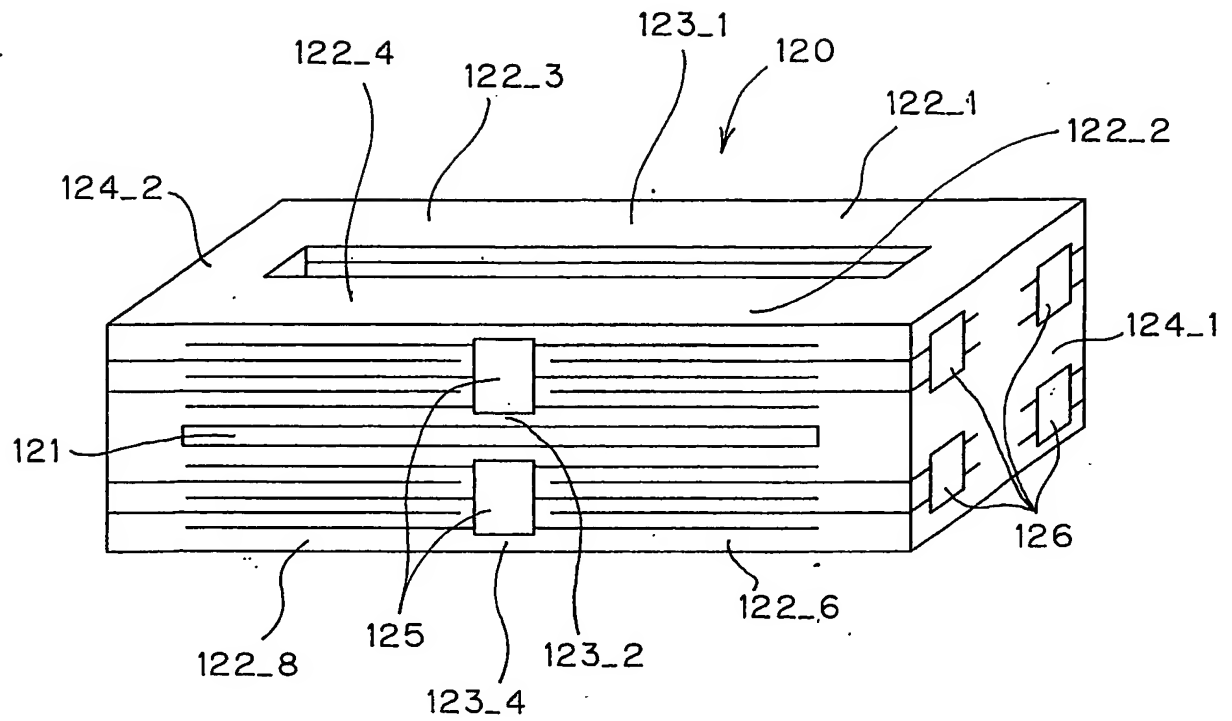
6/26

Fig. 7



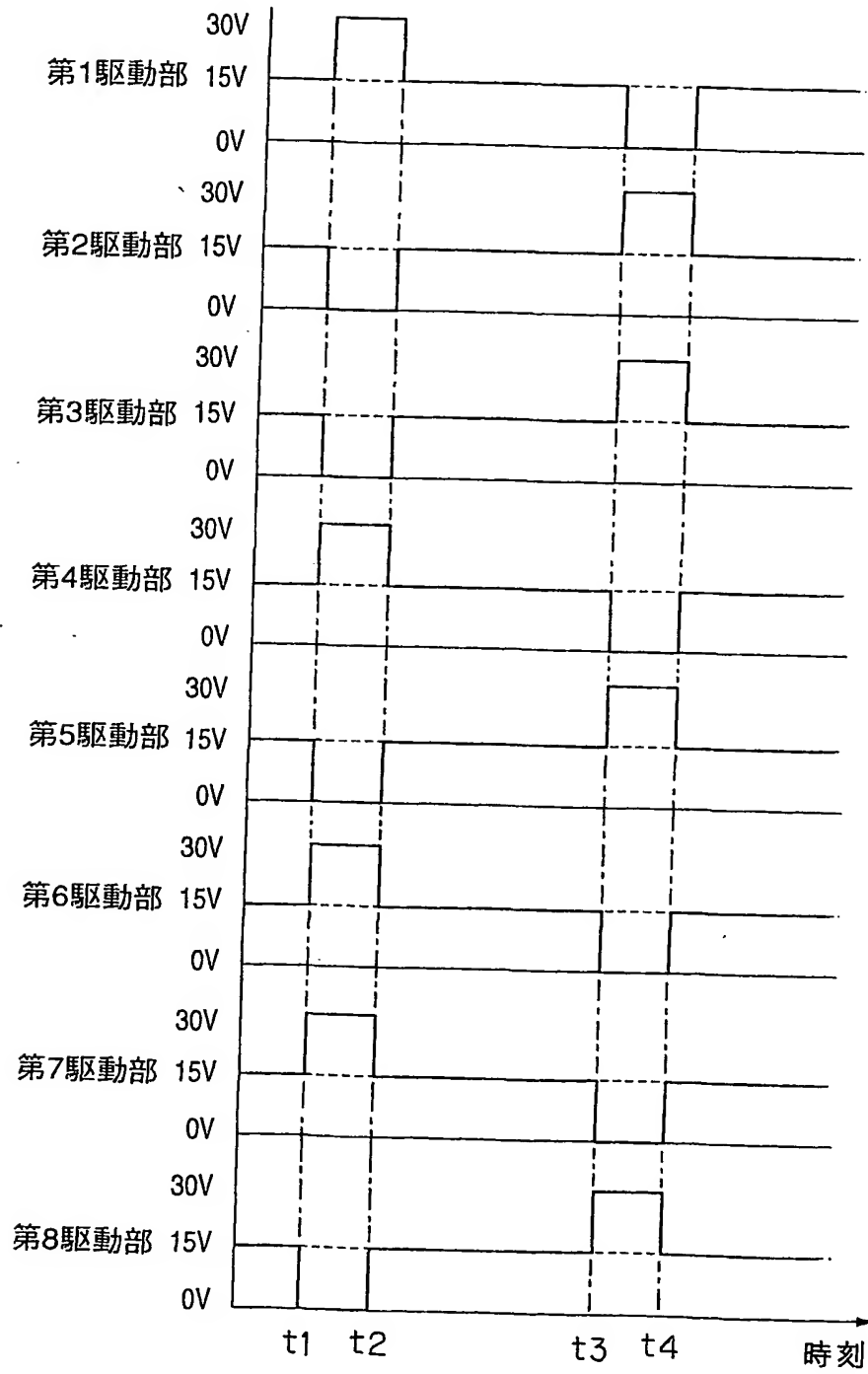
7/26

Fig. 8



8/26

Fig. 9



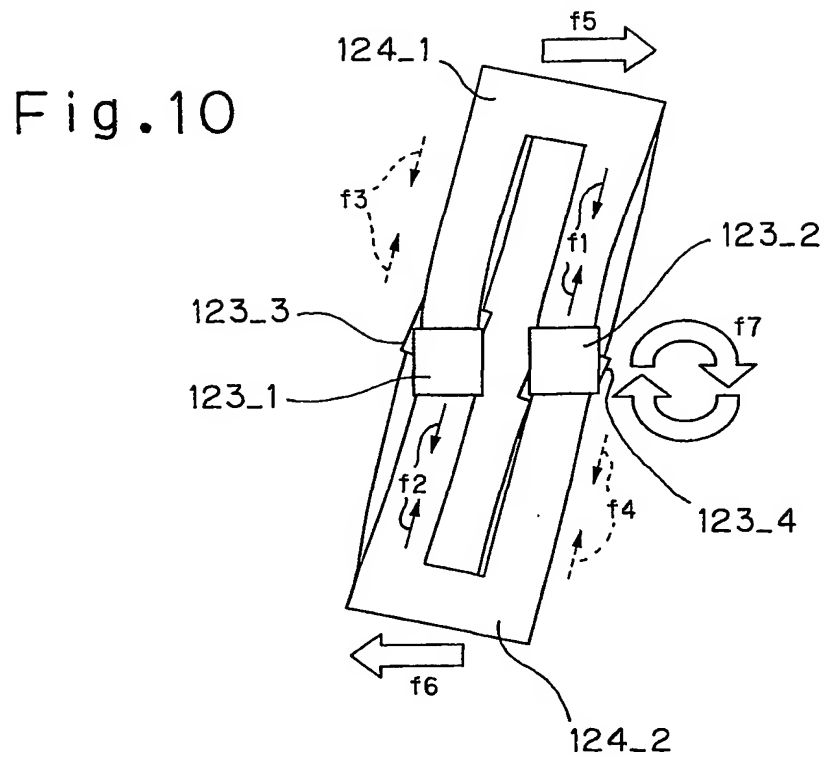
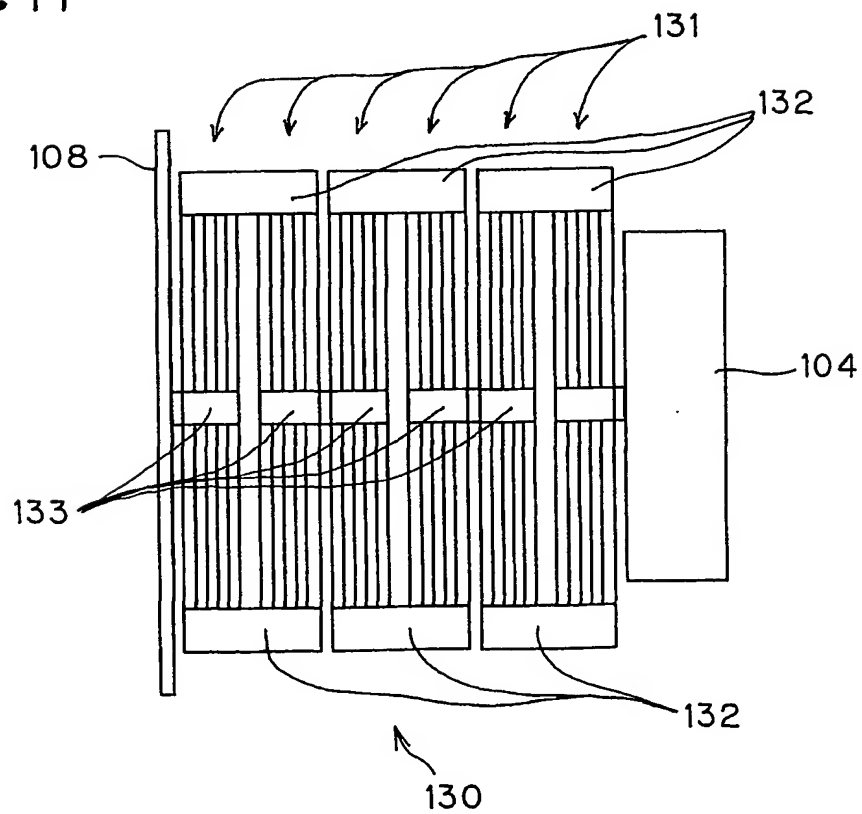
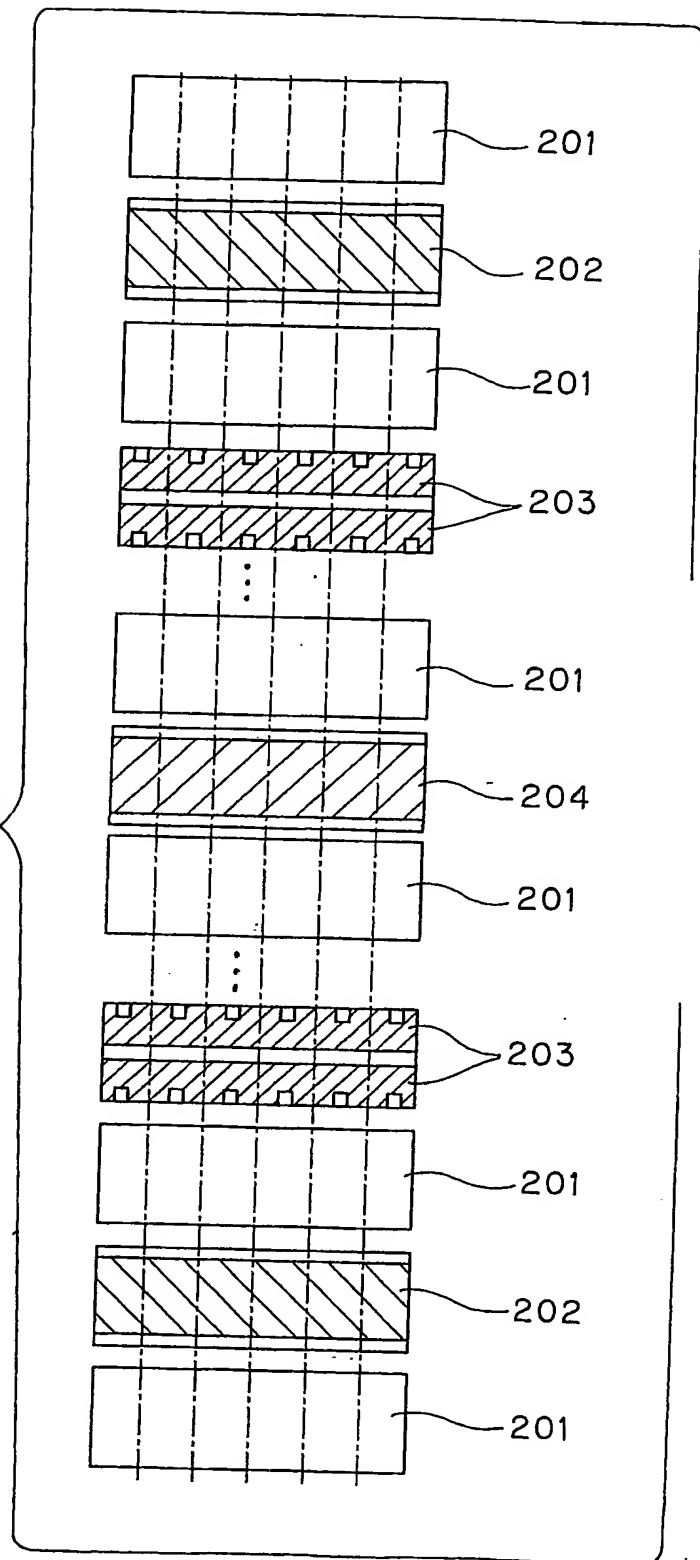


Fig.11



10/26

Fig.12



11/26

Fig.13

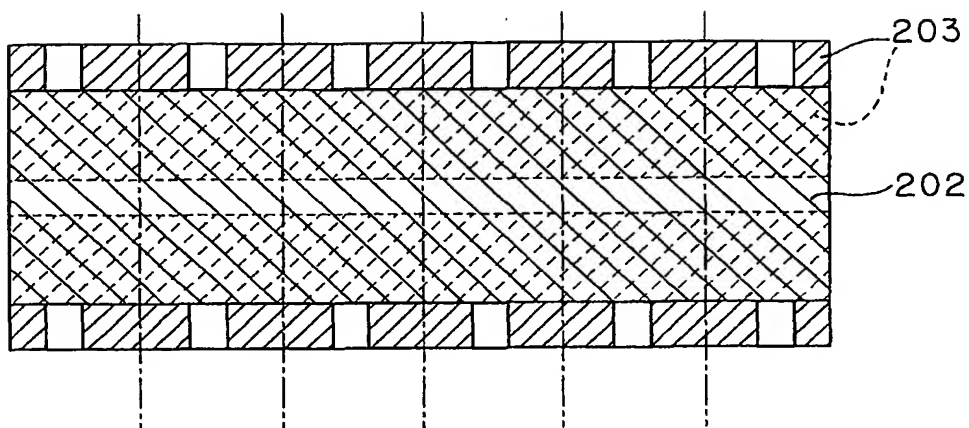
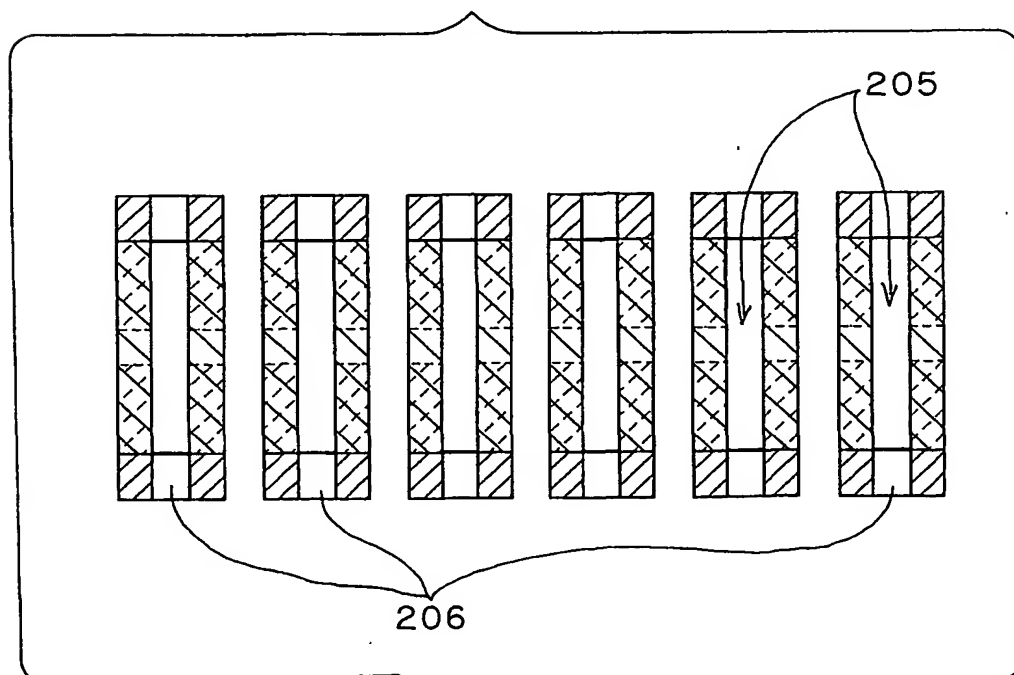


Fig.14



12/26

Fig.15

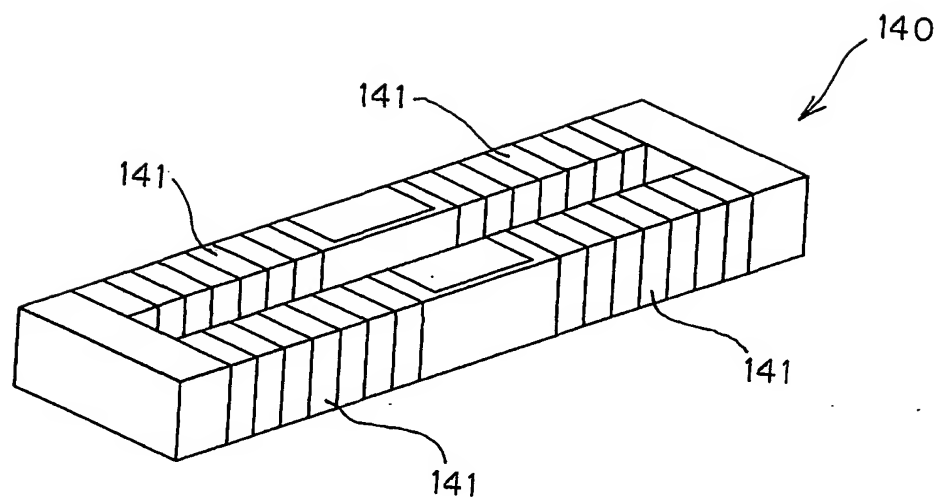


Fig.16

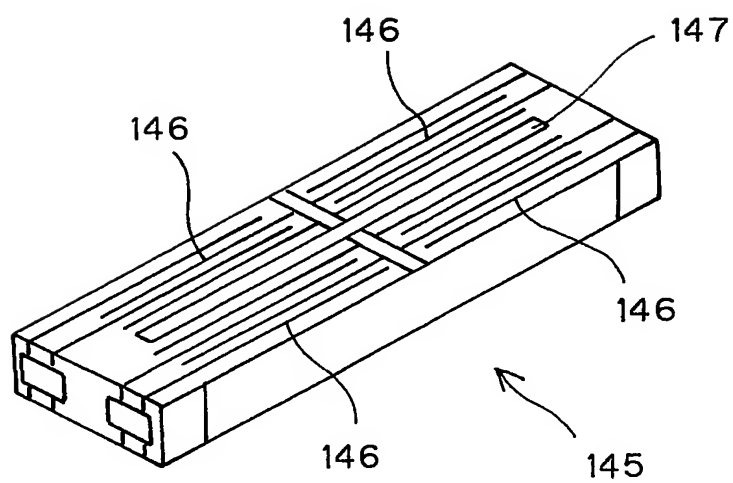


Fig. 17

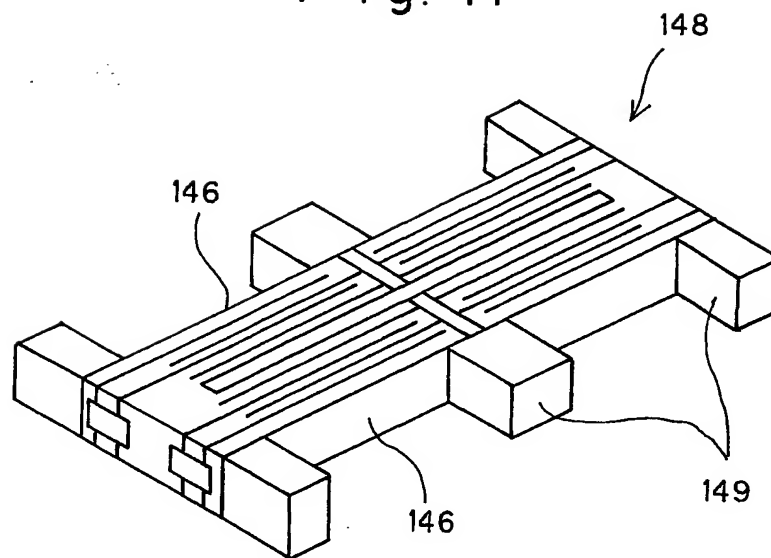
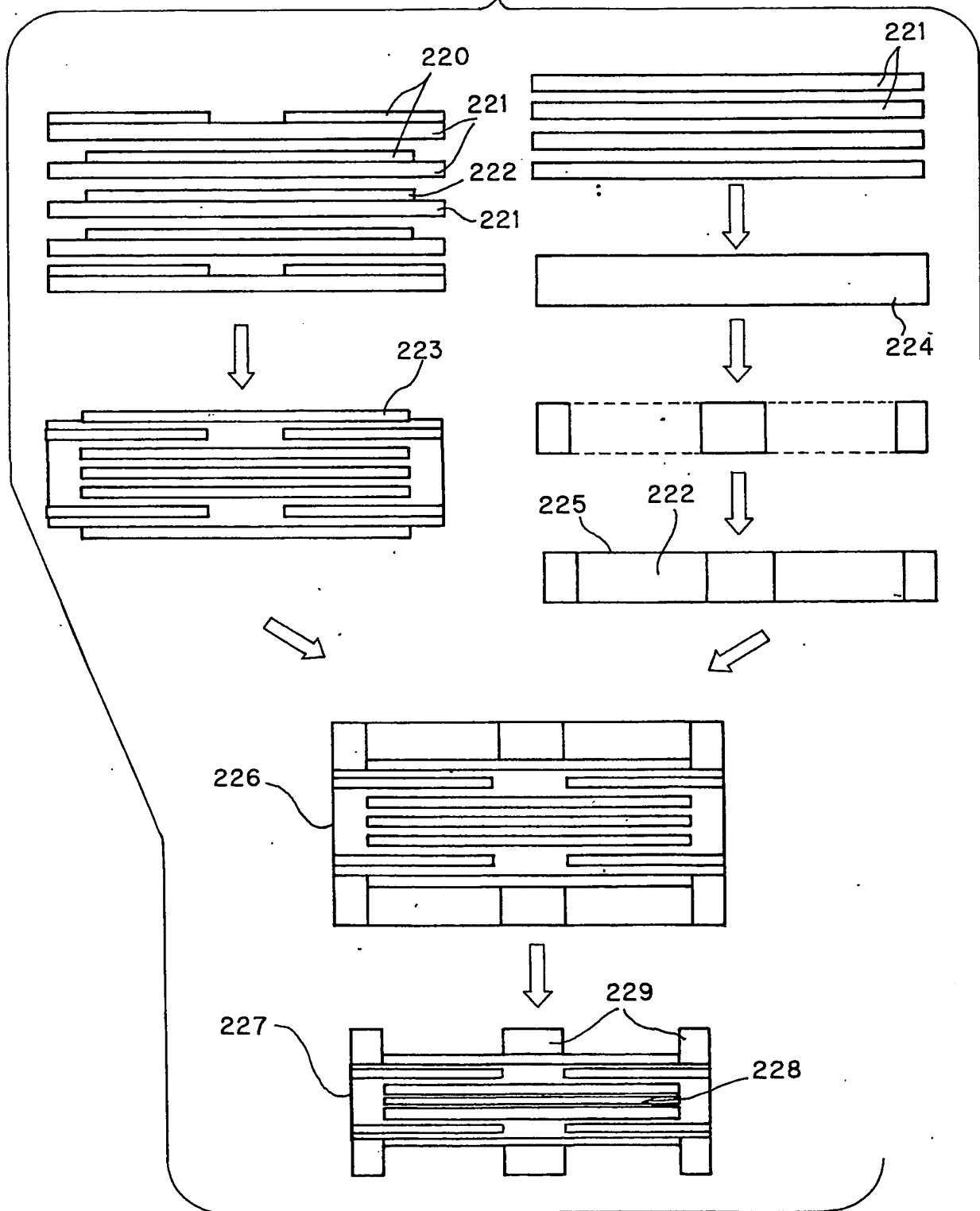


Fig. 18



16/26

Fig. 19

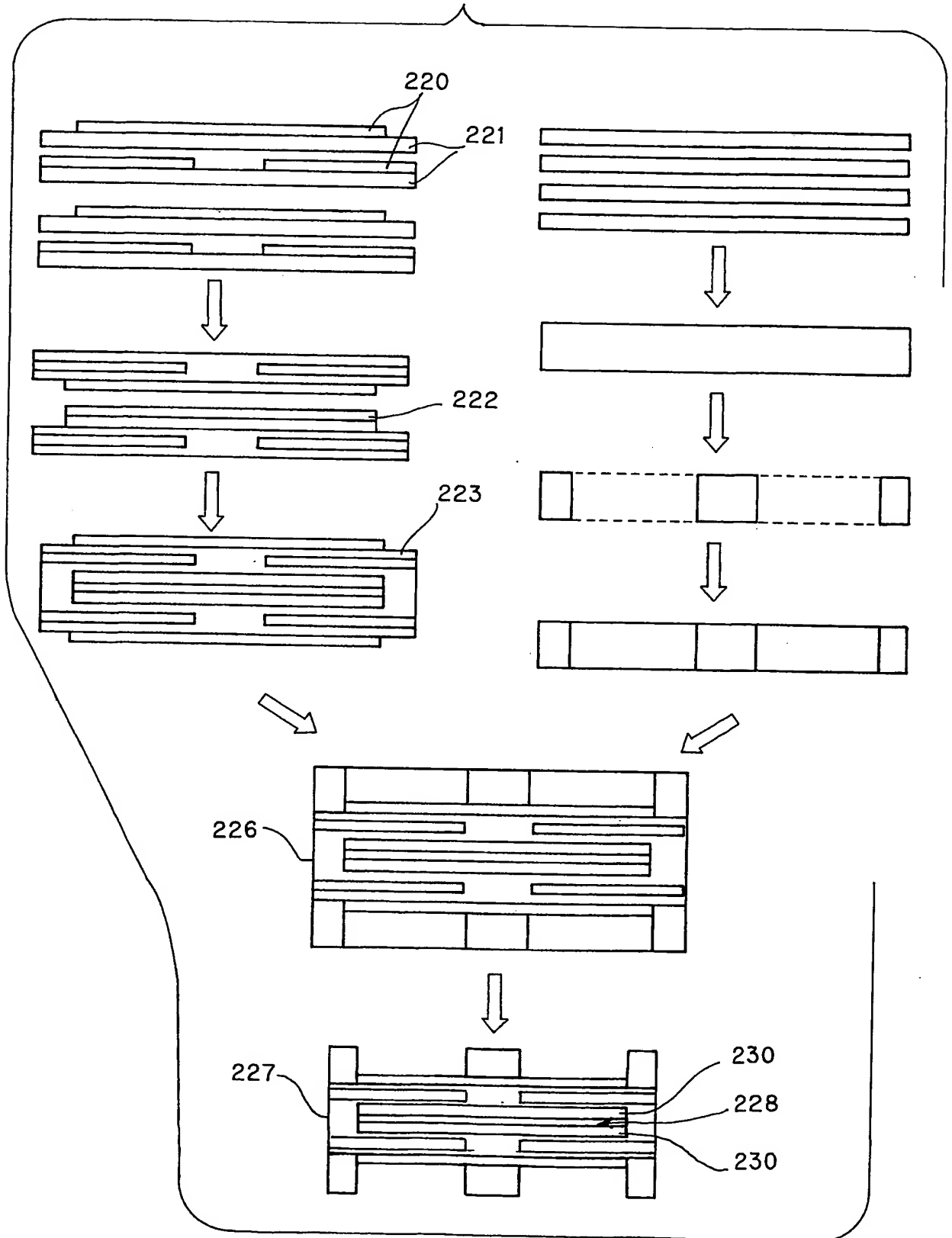


Fig. 20

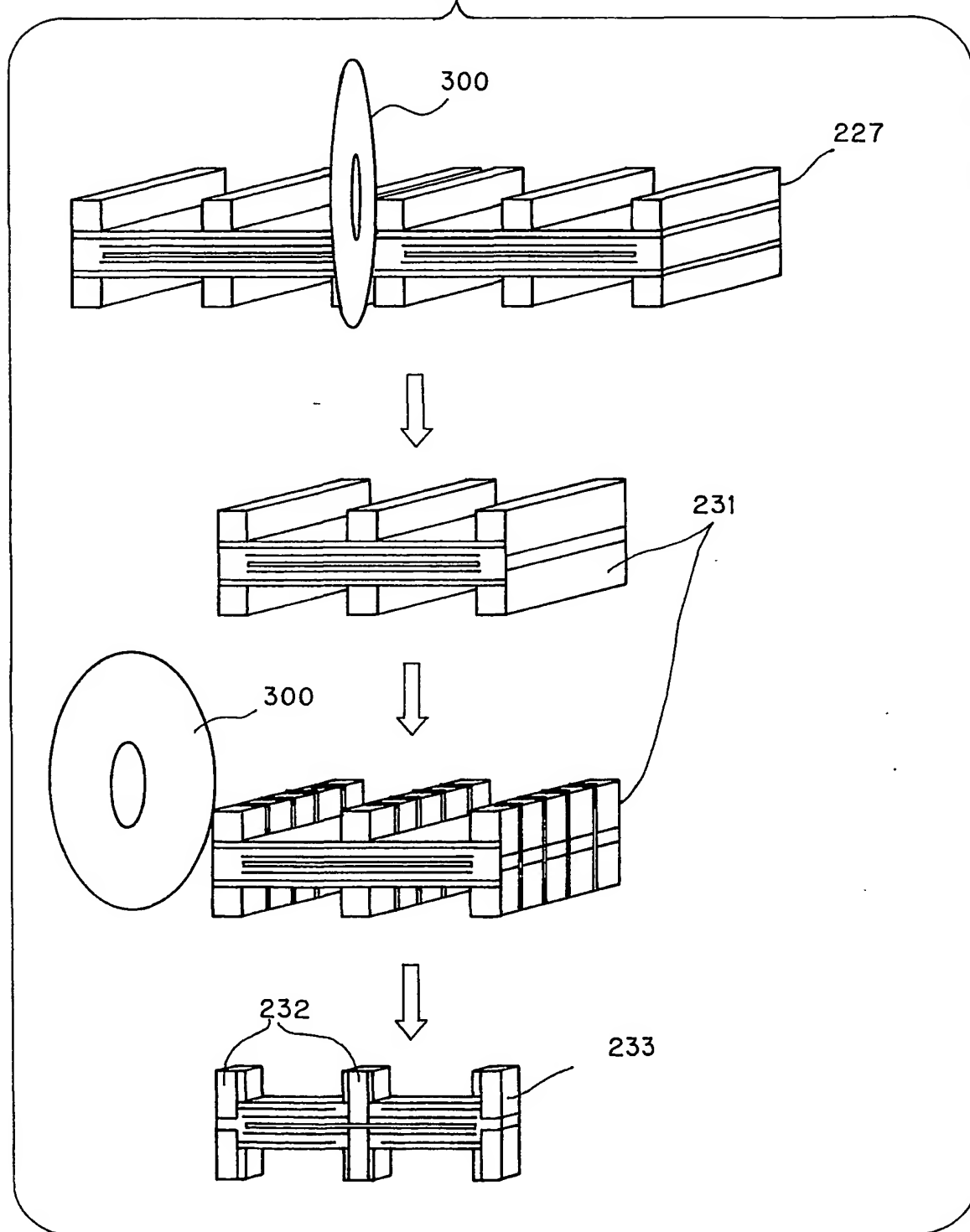
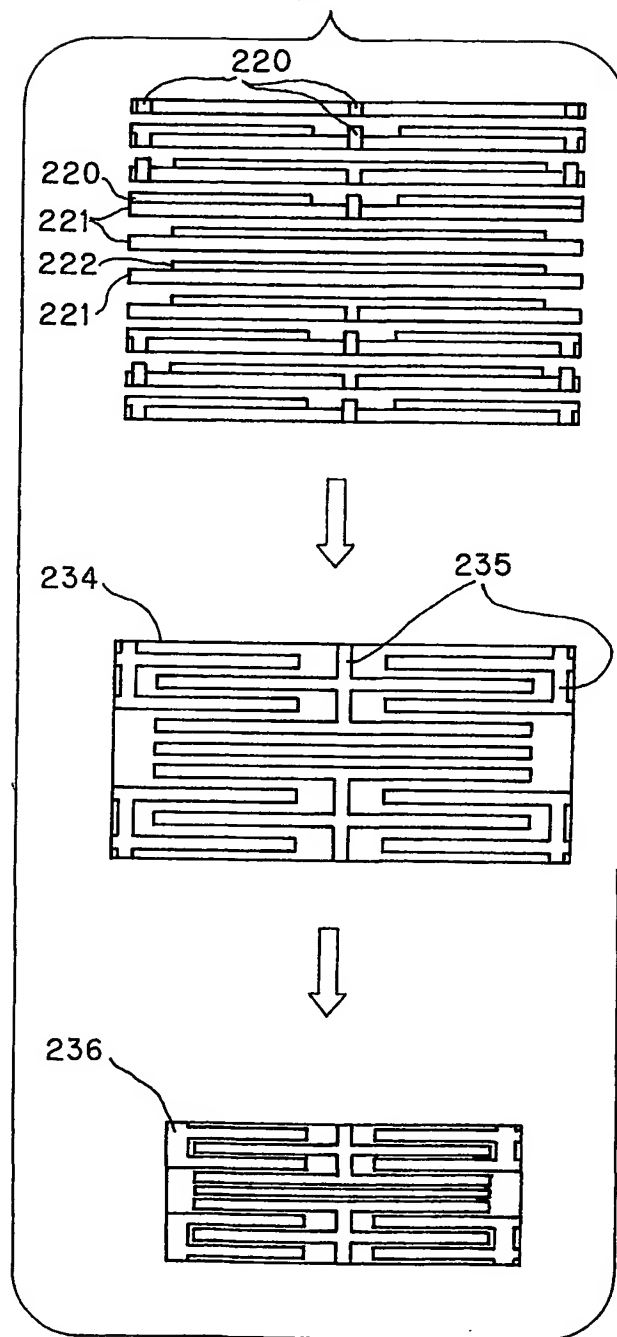


Fig. 21



19/26

Fig. 22

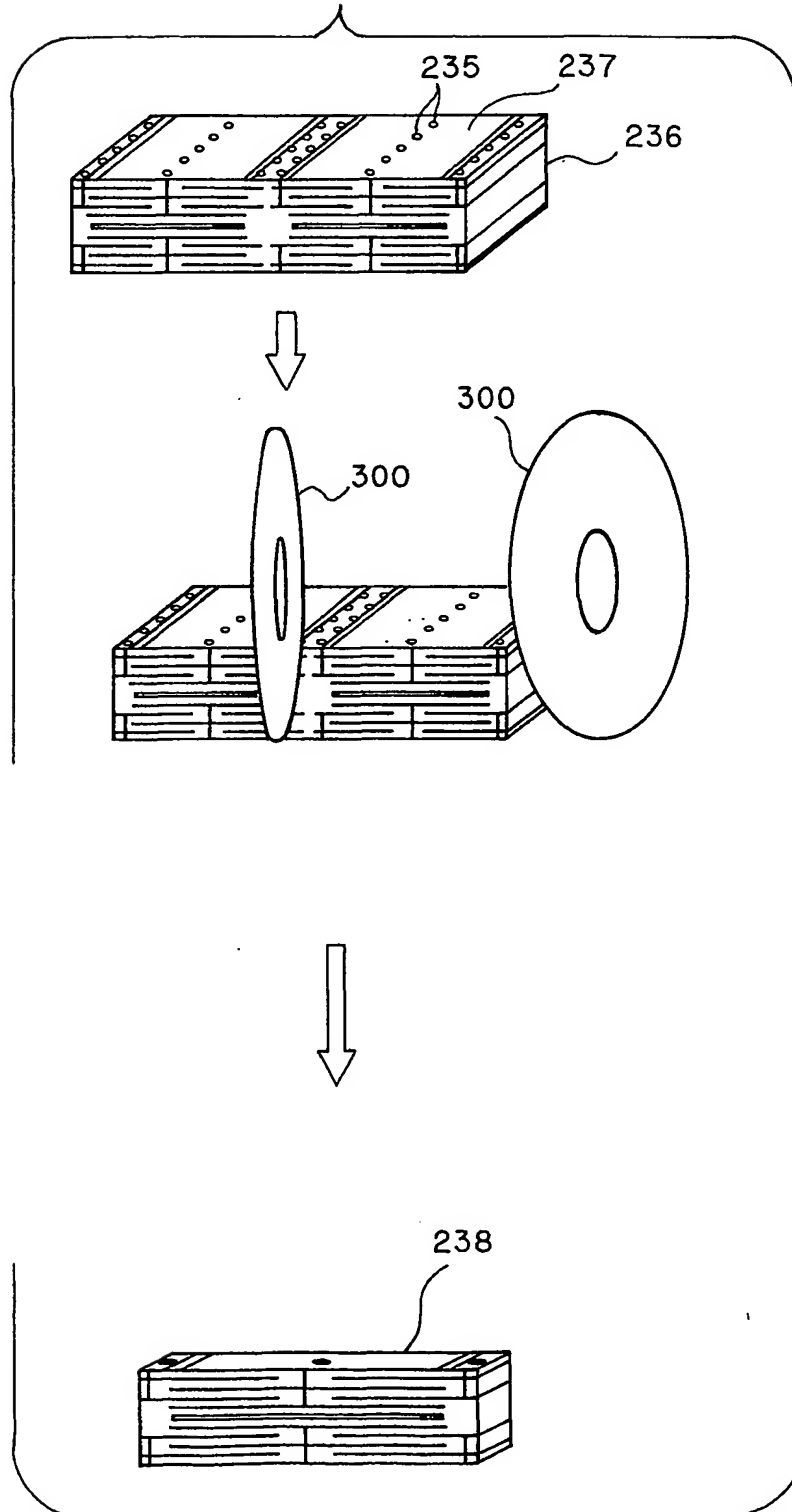


Fig.23

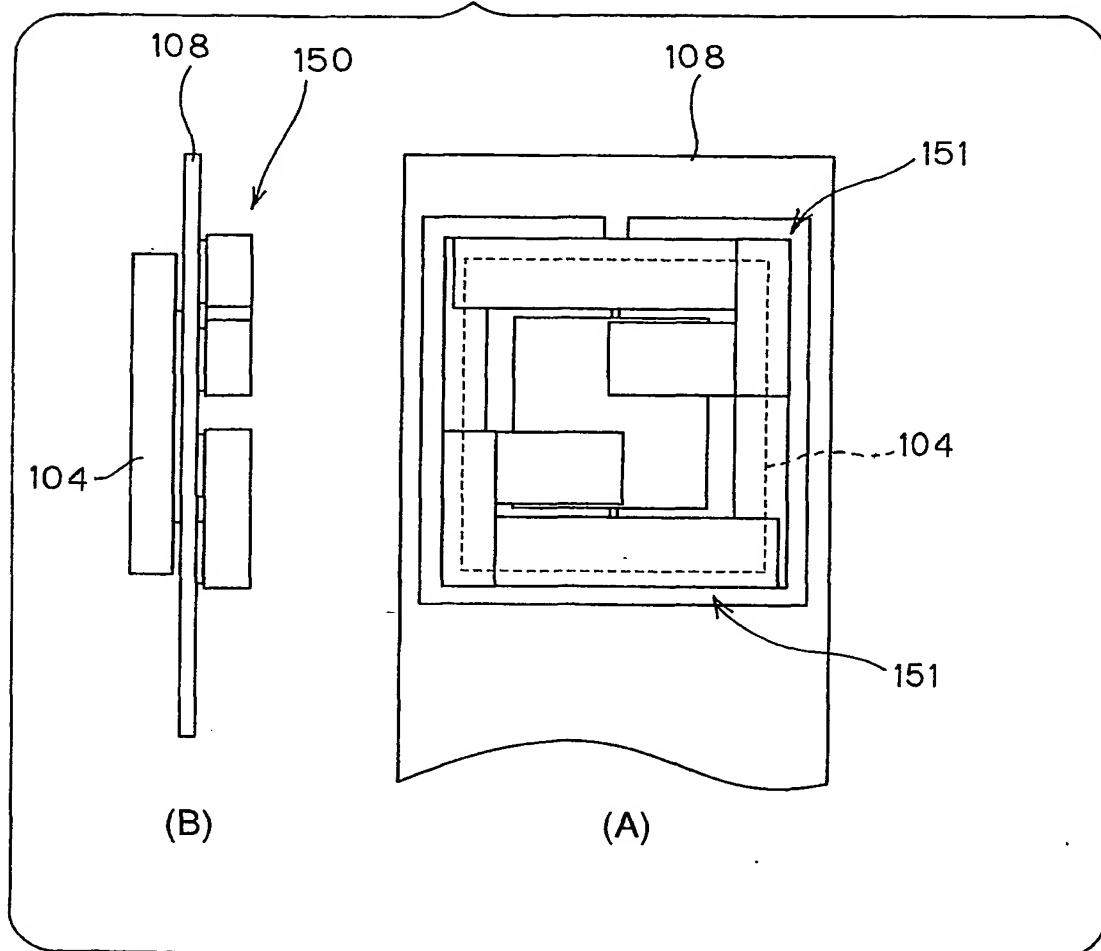
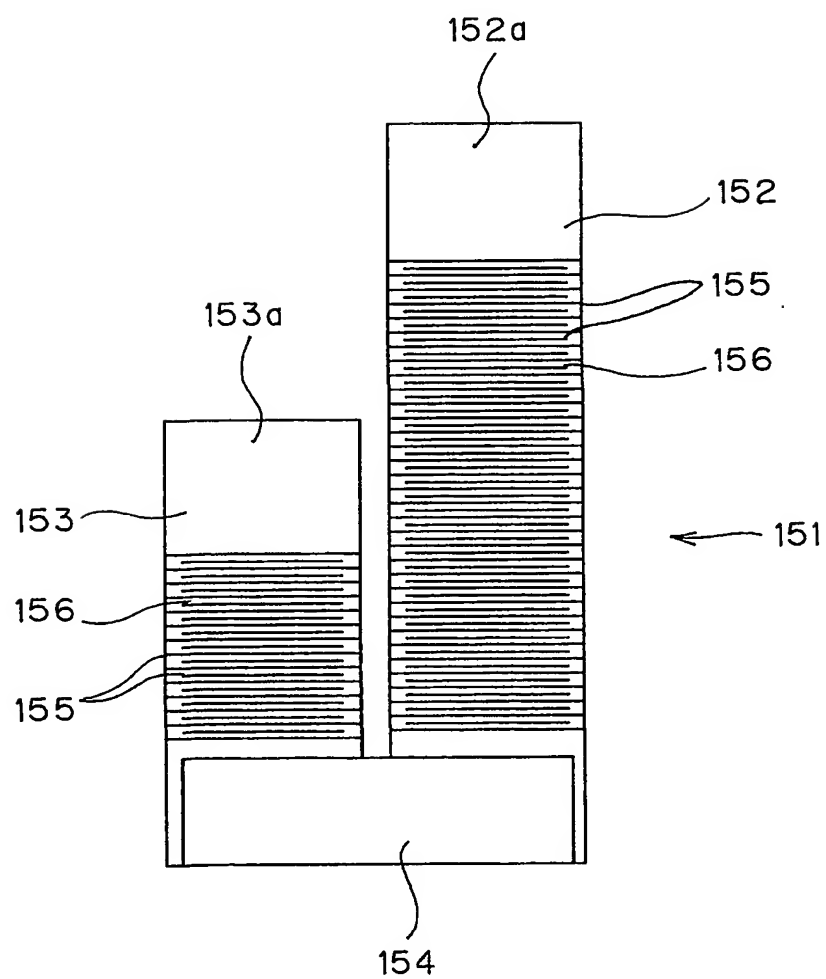


Fig.24



22/26

Fig.25

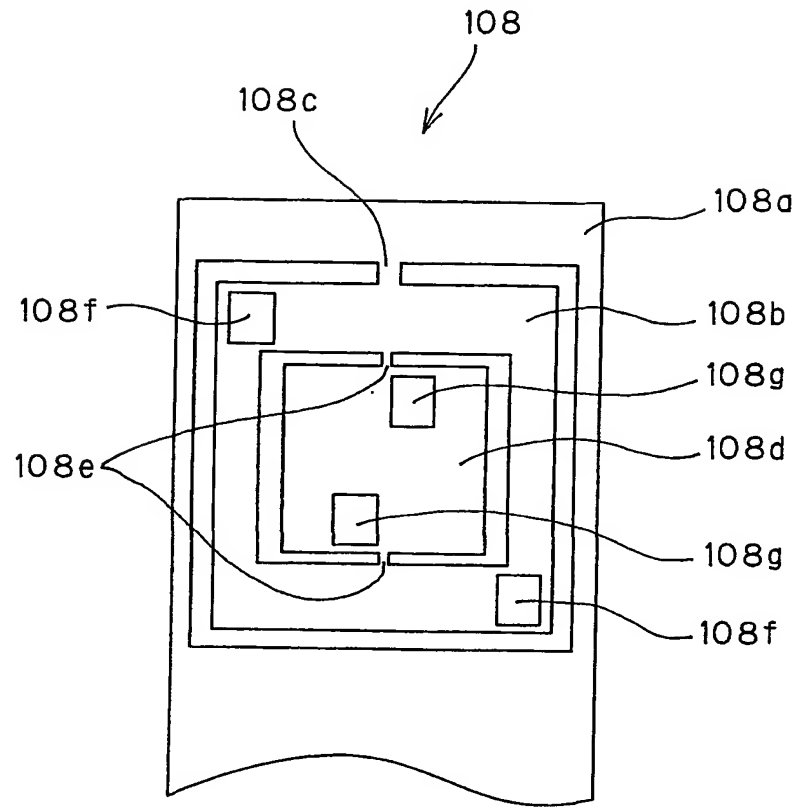


Fig.26

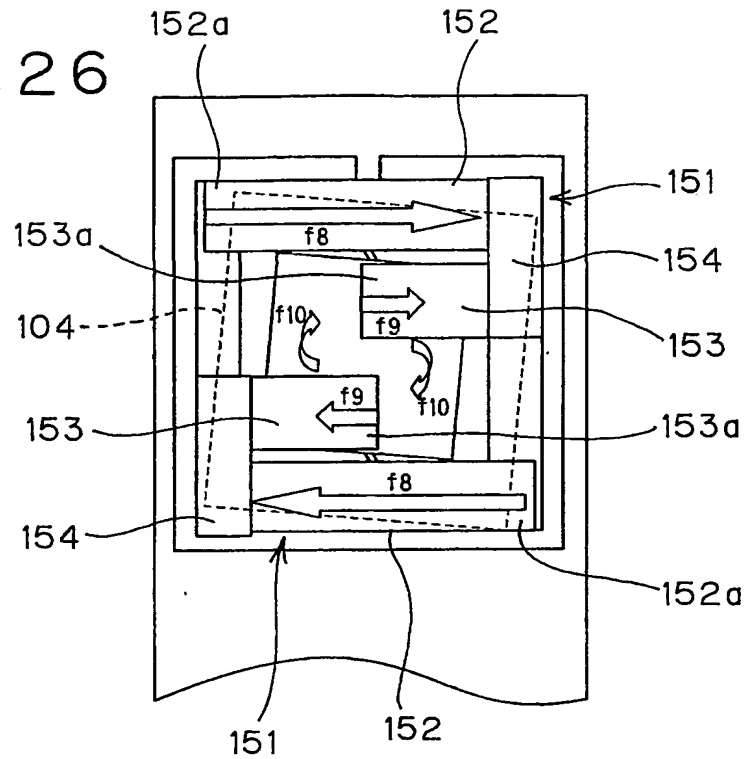


Fig.27

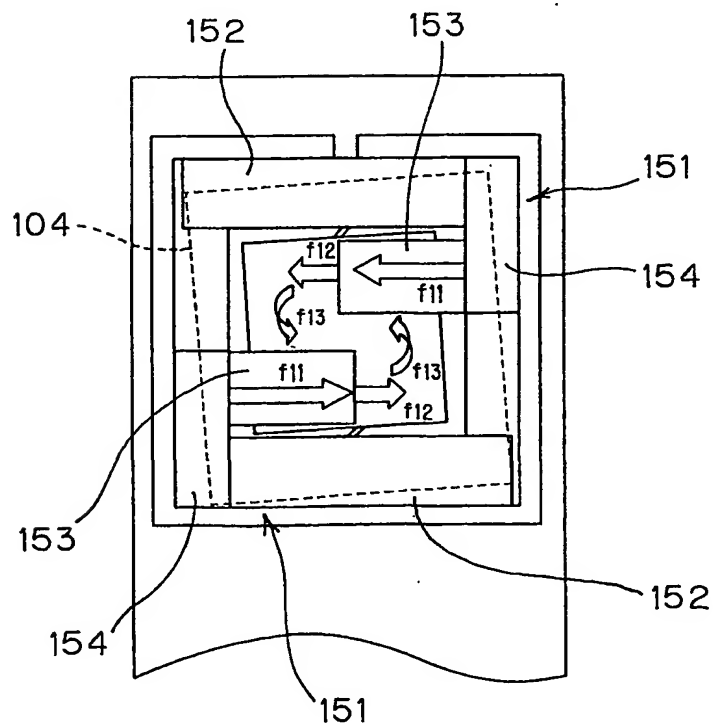
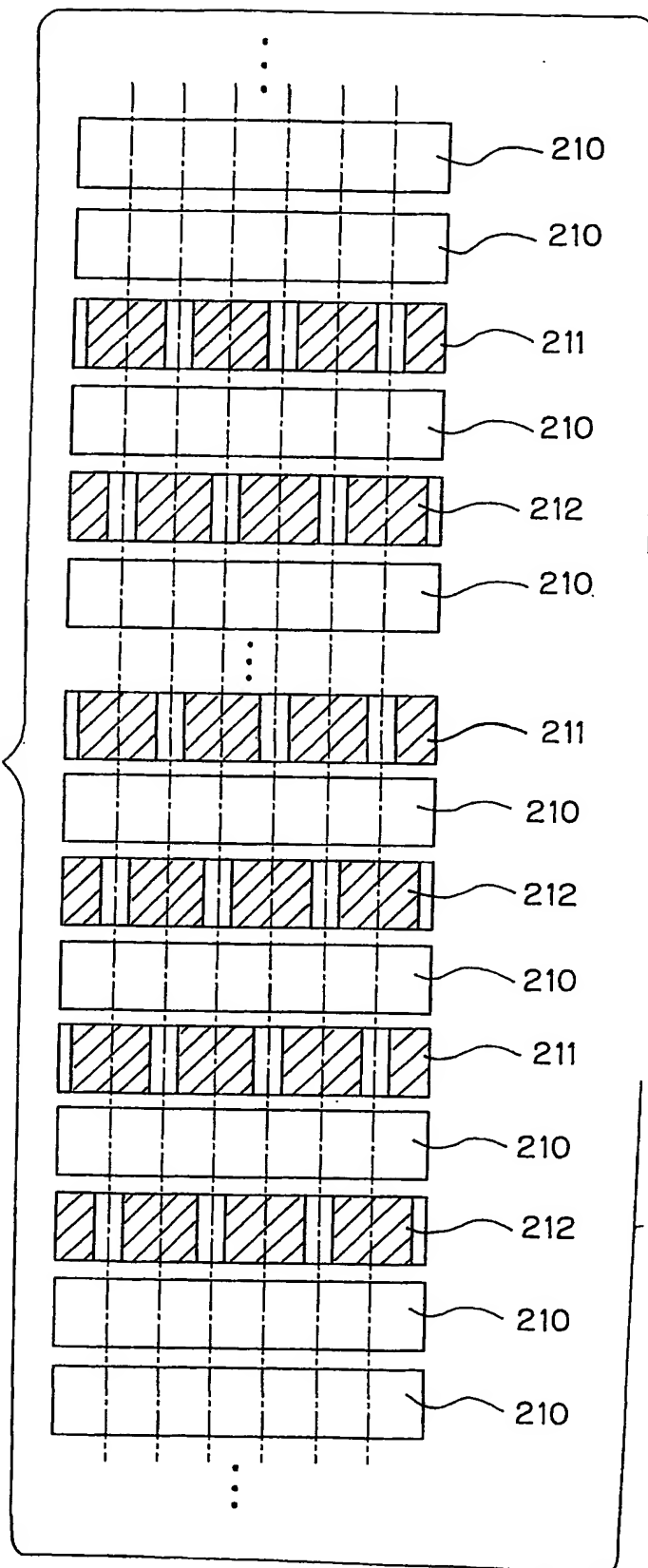


Fig.28



25/26

Fig. 29

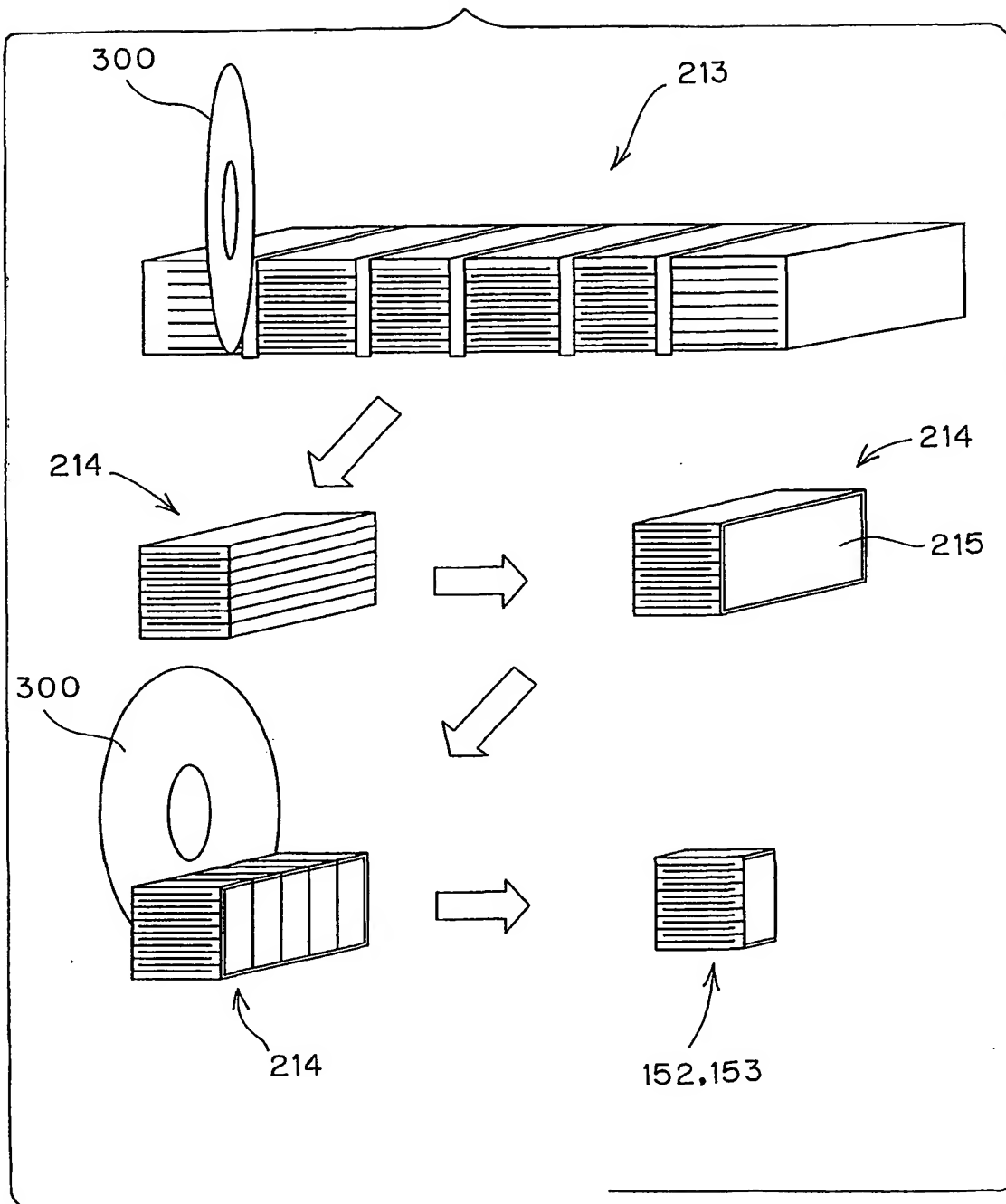
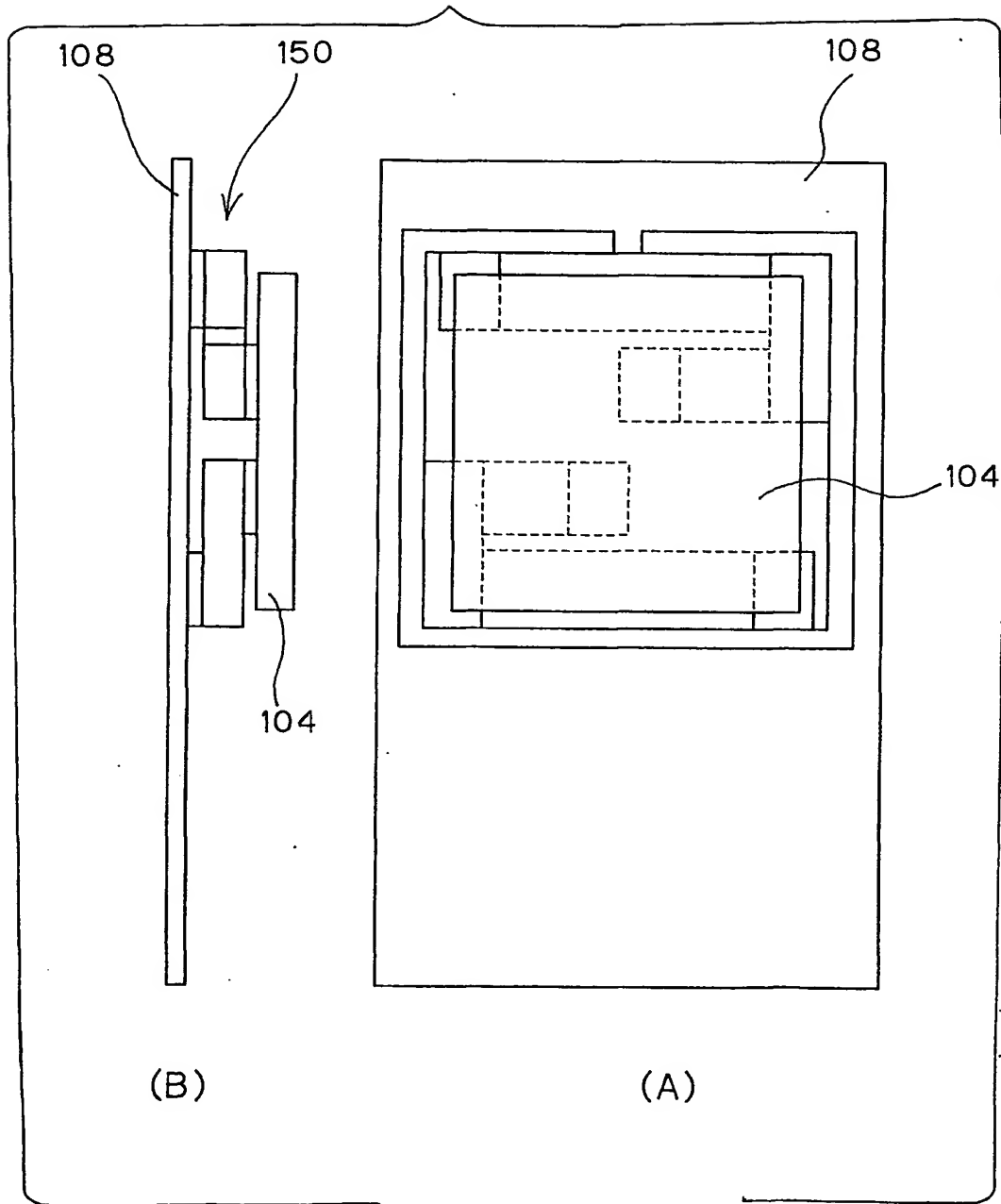


Fig.30



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/02417

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H02N2/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H02N2/00, H01L41/08, G11B21/10, G11B21/21, G03D3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
ECLA

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 62-287480, A (Toshiba Corporation), 14 December, 1987 (14.12.87), Full text; Figs. 1 to 11 (Family: none)	1-10
X Y	JP, 60-25284, A (Hitachi, Ltd.), 08 February, 1985 (08.02.85), page 2, lower left column, line 4 to page 2, lower right column, line 9; Fig. 3 (Family: none)	1-2, 5-8 9-10
Y	JP, 10-136665, A (TDK Corporation), 22 May, 1998 (22.05.98), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-10
Y Y	JP, 11-143541, A (Kanagawa Academy of Science & Technology), 28 May, 1999 (28.05.99), Par. No. [0029]; Fig. 5 Par. Nos. [0030] to [0033]; Fig. 6 (Family: none)	6 1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing
date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means
"P" document published prior to the international filing date but later
than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or
priority date and not in conflict with the application but cited to
understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive
step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such
combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 June, 2001 (15.06.01)

Date of mailing of the international search report
26 June, 2001 (26.06.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/02417

C.(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 2000-268517, A (NEC Corporation), 29 September, 2000 (29.09.00), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-10
A	JP, 11-31368, A (Fujitsu Limited), 02 February, 1999 (02.02.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-10

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02N2/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02N2/00, H01L41/08, G11B21/10, G11B21/21,
G03D3/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

ECLA

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 62-287480, A (株式会社東芝) 14. 12月. 1987 (14. 12. 87) 全文, 第1-11図 (ファミリーなし)	1-10
X Y	J P, 60-25284, A (株式会社日立製作所) 8. 2月. 1985 (08. 02. 85) 第2頁左下欄第4行-同頁右下欄第9行, 第3図 (ファミリーなし)	1-2, 5-8 9-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15. 06. 01

国際調査報告の発送日

26.06.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

下原 浩嗣

3 V

9179

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 10-136665, A (ティーディーケー株式会社) 22. 5月. 1998 (22. 05. 98) 全文, 第1-8図 (ファミリーなし)	1-10
Y	J P, 11-143541, A (財団法人神奈川科学技術アカデミ ー), 28. 5月. 1999 (28. 05. 99) 段落【0029】, 第5図	6
Y	段落【0030】-段落【0033】, 第6図 (ファミリーなし)	1-10
Y	J P, 2000-268517, A (日本電気株式会社) 29. 9月. 2000 (29. 09. 00) 全文, 第1-5図 (ファミリーなし)	1-10
A	J P, 11-31368, A (富士通株式会社) 2. 2月. 1999 (02. 02. 99) 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10